

Tisztelettel

Tisztelettel

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS



6. ÉVFOLYAM
3. SZÁM
1996.

Epoch III

*Compact Digital
Ultrasonic Flaw Detector*



ultrahangos falvastagságmérők



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



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



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

PANAMETRICS Meßtechnik G.m.b.H.

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

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Szerkesztőség:

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

Felelős szerkesztő:

dr. Lehofer Kornél

A szerkesztőbizottság tagjai:

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

Kiadja:

TESTOR BT.

Felelős kiadó:

Szapannos György
ügyvezető igazgató

Előfizetési díj 1996-ra

(1–4. szám): 1.800,- Ft

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

Hirdetések felvétele és kéziratok leadása a TESTOR BT címén.

Nyomda:



Felelős vezető: Szabó Lajos

Formakészítés: **PC-PRINT BT.**

FIGYELEM!

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

ISSN 1215-8410

Köszöntjük a Műegyetem jubiláló intézetét!

A honi anyagtudomány, anyagvizsgálat és -technológia szakembereinek képzésében egyik meghatározó szerepet betöltő felsőoktatási intézmény a Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai és Anyagszerkezettani Intézete. A nagy múltú Mechanikai Technológiai Tanszék és a Villamosipari Anyagtechnológia Tanszék oktatói és kutatói munkáját koordináló intézet május 24-én előadói ülés keretében ünnepelte alapításának negyedszázados évfordulóját.

Az elnöklő *Prohászka János* akadémikus megnyitó szavait követően *Molnár Károly* professzor, a Gépészmérnöki Kar dékánja köszöntötte a jubiláló intézetet, és méltatta szerepét a mérnökképzésben. Az intézet igazgatója, *Artinger István* átfogó képet adott oktatói, kutatói és együttműködési tevékenységük eredményeiről, majd ezt követően egy-egy szakterületükről kapott áttekintést a nagyszámú szakközönség. *Thomas Varga*, a bécsi műegyetem professzora a két intézmény kutatói együttműködéséről és a nagy szilárdságú acélok hegeszthetősége terén elért közös eredményekről, *Ginsztler János* professzor a növelt hőmérsékleten üzemelő anyagok károsodásáról, élet-tartamuk növelésének lehetőségeiről, *Ziaja György* professzor az alakítási folyamatok határállapotaira vonatkozó kutatásairól, míg *Dévényi László* – *Hidas Bélával* közös – előadásában az anyagok mikroszerkezete és mágneses jellemzői közötti összefüggések kutatásával szerzett tapasztalatairól számolt be. A jubiláló intézetben folyó sokrétű kutatómunkáról alkotható képet a gazdag poszterbemutató törekedett teljessé tenni.

Lapunk jelen számát nagyrészt a jubileumi ülésen elhangzottakból szerkesztettük, hogy a tisztelt Olvasó is bepillantasson az intézet sokszínű munkájába.

Abban reményben köszöntöm a jubiláló intézet közösségét, hogy a Műegyetemet is átszervezésre kényszerítő, fiskális szemléletű felsőoktatási törvény érdekegyeztetési hullámverése nem fogja elszakítani a sikeres mérnök- és szakmérnökképzés és kutatás hagyománygyökereit, és talpon maradva eredményesen szolgálni tudják a jövő század igényeinek megfelelő mérnökképzést. Ehhez kívánok – Olvasóink nevében is – kitartó türelmet, erőt és jó egészséget!

Lehofer Kornél
felelős szerkesztő

FELHÍVÁS

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

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

Legyen az Anyagvizsgálók Lapja fóruma a centenáriumi felkészülésünknek!

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

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK – TESTING METHODS – PRÜFMETHODEN

Dr. Ziaja György:

Az alakítási határállapotok kutatása

Boundary conditions of the plastic formation

Grenzzustände der plastische Formung 73

Prof. Dr. Thomas Varga, Csikós Gábor:

Termomechanikusan alakított acélok védőgázos hegesztése

Protecting gas welding of the steel-plate rolled thermomechanically

Schutzgasschweiß der thermomechanische gewalzt Stahlbleche 81

Dr. Dévényi László, dr. Hidasi Béla:

Mikroszerkezet-változások hatása a mágneses jellemzőkre

Effect of the microstructure changes on the magnetic properties

Wirkung der Mikrogefügeänderungen für die magnetische Eigenschaften 83

Dr. Borbás Lajos, dr. Thamm Frigyes, dr. Hagymási Miklós, dr. prof. Kratkovics Gábor:

Csípőcsont-szár felszínbevonatos optikai feszültségvizsgálata

Testing of the hip-bone by means of photoelastic coating technique

Prüfung der Hüftknochen mit spannung-optischen Oberflächenschichtverfahren 87

KÉSZÜLÉKEK, BERENDEZÉSEK – INSTRUMENTS, EQUIPMENTS – GERÄTE, ANLAGEN

Betonszerkezetek helyszíni vizsgálata

In situ testing of the concrete structures

Prüfung der Betonkonstruktionen an Ort und Stelle 92

Új, rétegvastagság-mérő készülék

New coating thickness measuring system

Neues Schichtdickemessung-System 93

SZEMLE – REVIEW – RUNDSCHAU 94

MÉRFÖLDKÖVEK – MILESTONES – MEILENSTEIN

Dr. Artinger István:

A BME Mechanikai Technológiai Tanszék hozzájárulása a magyar anyagvizsgálat fejlődéséhez

Contribute of the BME Department for Mechanical Technology to the development of Hungarian material testing

Beitragung der BME Lehrstuhl für mechanische Technologie zur Entwicklung der ungarische Materialprüfung 95

SZABVÁNYOSÍTÁS – STANDARDIZATION – NORMUNG

Új európai és nemzetközi szabványok

New EN and ISO standards

Neue EN und ISO Normen 97

ASTM szabványok évkönyve 1996

Annual book fo ASTM standards 1996

Jahrbuck der ASTM Normen 1996 98

HÍREK – NEWS – NACHRICHTEN 99

ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER 102

Az alakítási határállapotok kutatása*

Dr. Ziaja György

A Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai és Anyagszerkezet-tani Intézet Mechanikai Technológia Tanszékének egyik jelentős oktatási és kutatási témaköre a fémek képlékeny alakítása. A képlékeny alakítás egyrészt fizikai folyamat, másrészt gyártási eljárás. A gyártási paramétereket a fizikai folyamatok eredményeként bekövetkező anyagi tulajdonság-változások jelentősen befolyásolják. Az egyik ilyen karakterisztikus tulajdonság-változás a fémes anyag alakváltozó képességének romlása, sőt megszűnése. Azoknak a gyártási paramétereknek a halmazát, melyeknél az alakváltozó képesség valamilyen jól definiálható és mérhető romlása indikálható, alakítási határállapotoknak nevezzük.

Az alakítási határállapotok ismerete nélkül képlékeny alakítással való alkatrészgyártás nem tervezhető. Mivel a képlékeny alakítással történő alkatrészgyártás szinte egyidős az emberi kultúrával, nyilvánvaló, hogy a határállapotoknak tapasztalati vagy számszerűsített értékei óriási mennyiségben állnak rendelkezésre a különféle szakkönyvekben vagy egyszerűen a szakemberek fejében és kezében. A kérdés tehát az, hogy miért kell ezeket kutatni? Melyek az ilyen irányú tevékenységek fő motivációi?

A kérdésre több válasz is adható. Az első válasz a számítástechnikának a gyártási folyamatok tervezési folyamataiban történő egyre erőteljesebb alkalmazásával kapcsolatos. Jólehet a képlékeny alakítási folyamatokat leíró kontinuummechanikai és fémtani modellek meglehetősen régen ki vannak dolgozva, ezeknek a matematikai bonyolultsága miatt a gyakorlati feladatok megoldásában való alkalmazása csak nagyon durva közelítésekkel volt lehetséges. Magyarul: vagy az adott feladat leírására felállított – pontosan megoldható – matematikai modell csak egy durva közelítés, vagy a precíz modell nem megoldható, ezért a megoldása valamilyen, csak durván közelítő, numerikus eljárás. Csak a számítástechnika fejlődésével párhuzamosan váltak egyre inkább mérnökök közelévé azok a numerikus megoldási módszerek, amelyek már elég pontosan követik a valóságot. Manapság számos, az alakítási folyamatokat szimuláló végeses elemes eljárás létezik, amely a kontinuummechanika egyenleteinek sorozatos megoldásával szinte mozszerűen lejtássa az alakváltozási folyamatot. Nem kell bizonygatni, hogy ez a folyamatok tervezésében és ellenőrzésében mennyire hatékony mérnöki eszköz. Ezek az eljárások azonban általában nem tudják, hogy mikor kell ezt a szimulációs folyamatot megállítani, mivel az anyagban lejátszódó fizikai változások miatt a kontinuummechanikai modellek a folyamat során valamikor érvényüket veszítik. Nyilvánvaló, hogy a szimuláló programmal közölni kellett, hogy állj, ne tovább! A kérdés az, hogy mit közöljünk, és hogyan?

A második fontos motiváció az, hogy a technika fejlődése egyre újabb igényeket támaszt az anyagtechnológusokkal szemben, melynek eredményeként újabb és újabb anyagok és technológiai eljárások jelennek meg. Ez esetben az évezredek tapasztalatokkal semmit sem érünk. Az anyagra vonatkozó alakítástechnikai adatokat meg kell ismerni, lehetőleg úgy, hogy az előző kérdésre is válaszolni tudjunk.

A harmadik motiváció az ismert eljárások, vagy azok kombinációinak az intenzifikálási kényszerével függ össze. A gazdasági versenyszféra non-stop kénysze a termékek önköltségének csökkentése, a termelékenység növelése. Ennek egyik módja, hogy az alakítási határállapotokkal korlátozott technológiai paraméter-tereknek (más néven az operációs tereknek) a kibővítése, a határfelületek kiterjesztésének keresése.

Egy egyszerű példa: egy terméket a klasszikus szabályok szerint mondjuk 5 művelettel lehet elkészíteni. Milyen fogásokkal lehet a műveletek számát csökkenteni úgy, hogy egyidejűleg a költségek nem növekedhessenek?

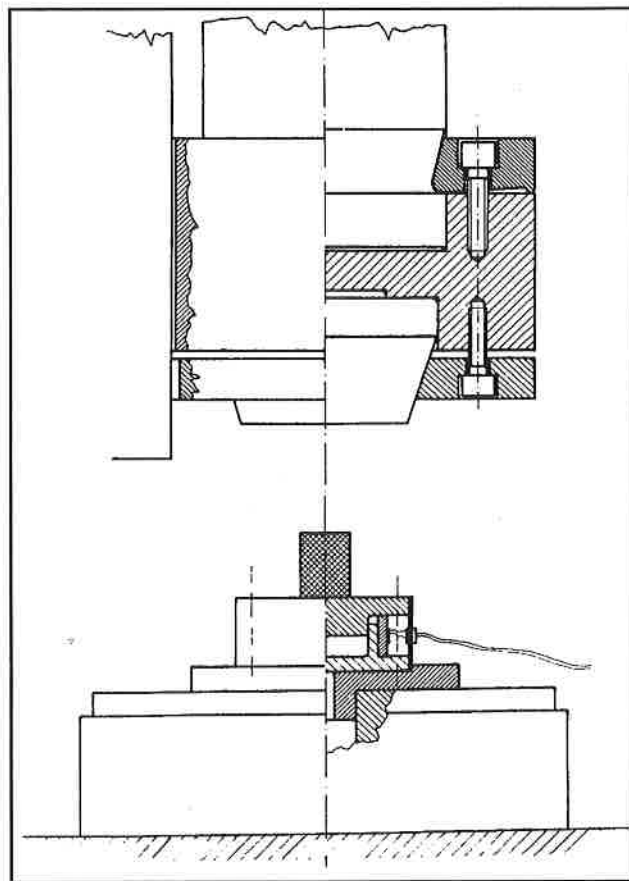
Jelen dolgozatban egy áttekintést kívánok adni a BME MTAI

Mechanikai Technológiai Tanszékén az elmúlt 25 évben végzett olyan kutató-fejlesztő tevékenységekről, melyek kimondva vagy kimondatlanul a fenti kérdésekre keresték a válaszokat.

Ezt a negyedszázadot nagyjából három részre lehet osztani, melyek természetesen átfedik egymást. Teljesen önkényesen ezeket a korszakokat az adatgyűjtés, a fenomenológia és az analízis szavakkal lehetne jellemezni.

Az adatgyűjtés

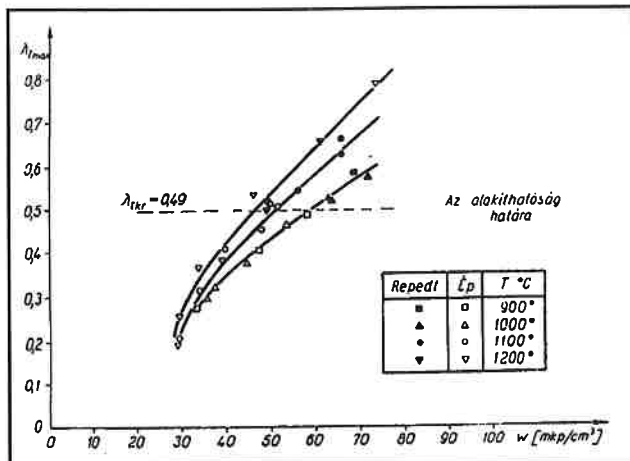
A vizsgált korszak elején, 1971–75. között a nagy sebességű pneumó-mechanikus alakítási eljárások kidolgozásával foglalkoztunk. Ennek során a legkülönbözőbb kémiai összetételű, hőmérsékletű, hőkezelésű, tribológiai állapotú próbatesteket alakítottunk elemi műveletekkel, pl. zömítéssel és folytatással. Az 1. ábrán egy zömítő próba vázlata látható, a zömítő próba során pl. azonos próbatesteket azonos energiával ütöttünk, miközben változtattuk pl. a próbatest hőmérsékletét, mértük az alakítás erőszükségletét, a munkadarab alakváltozását. Más variációban azonos hőmérsékleten, de változó energiával ütöttünk. A kísérletek során nagy mennyiségű olyan adat keletkezett, melyek az adott technológiához elengedhetetlen információt jelentettek, másrészt utólagos elemzésekhez szolgáltattak adatokat.



1. ábra Zömítő próba vázlata

E kísérletek során számos esetben tapasztaltuk a munkadarabok meghibásodását is, a felületi repedések megjelenését. Egy illusztratív példa látható a 2. ábrán az akkor szokásos jelölésekkel. A diagram egy – akkori jelölésekkel DMo5 jelű, kb. az R6-nak megfelelő – molibdén gyorsacél zömítési kísérleti adatait foglalja össze. A vízszintes tengelyen

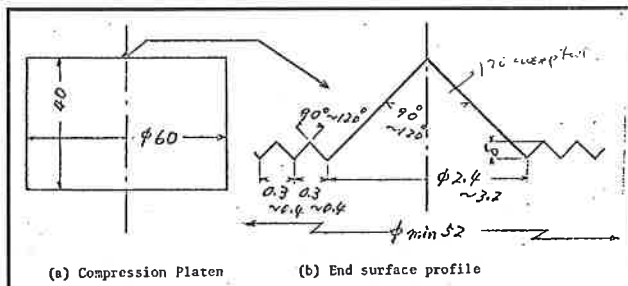
* A BME MTAI 25 éves jubileumán 1996. május 24-én elhangzott előadás szerkesztett és kiegészített változata



2. ábra. DMO5 gyorsacél zömítéssel mért repedési alakváltozása a fajlagos alakítási energia függvényében

az alakításhoz beállított térfogategységre eső energia, a függőlegesen az ennek hatására létrejött legnagyobb, tangenciális irányú – azaz a hordósodott próbatetek legnagyobb átmérőjénél mért – logaritmikus alakváltozása van feltüntetve. Paraméterként a munkadarab hőmérséklete szolgált. Az ép és repedt próbatetekre vonatkozó mérési pontokat elválasztó vonalat egy az adott esetre jellemző alakítási határgörbének lehet tekinteni. Az alakítási határgörbéknek ezt az energetikai interpretációját azért tartottuk nagyon jónak, mert közvetlen kapcsolatot adott az alakító gépen beállítható energia, a hőmérséklet és az ép munkadarabbal még elérhető alakváltozás között. Ezek és az ehhez hasonló eredmények fogalmazták meg azt a kérdést, hogy az Intézet alapító igazgatója, Gillemot professzor által bevezetett, a fajlagos törési munkán alapuló, és a fémek anyagok bemetszésérzékenysége és ridegtörési hajlamának megítélésére szolgáló anyagvizsgálati módszerek mennyire használhatók az alakítástechnológiai határállapotok meghatározására.

A kérdés megválaszolására két lehetőség is adódott. Az egyik a CIRP F (forming) bizottsága – melynek Gillemot professzor is tagja volt – által 1975-ben meghirdetett International Collective Calibration Program of Cold Upsetability Test keretében elvégzett vizsgálataink eredményeinek kiértékelése kapcsán adódott. A programot Kudo professzor javasolta. A zömítő próba legbizonytalanabb része a munkadarab és a szerszám közötti súrlódás, melyet a teljes tapadást megvalósító szerszám bevezetésével kívántak elkerülni. A 3. ábrán a vizsgálatokhoz javasolt szerszám rajza látható. Az ábra a bizottsági ülés anyagáról készített faksimile, melyen az 1977-ben elhunyt Gillemot professzor kézírásos megjegyzése látható, miszerint a bizottság a központosító kúp szögére a 120°-ot fogadta el. Ezt a szerszámot, amely gyorsacélból készült, 62 HRC keménységű, természetesen mi is elkészítettük, és azóta is használjuk.



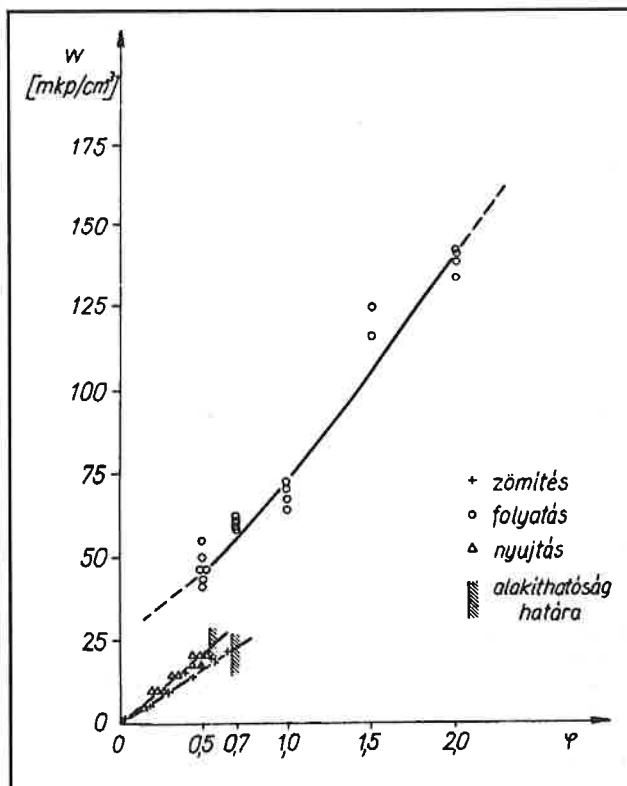
3. ábra. Kudo által javasolt, teljes tapadást megvalósító zömítőszerszám

A törési munka és az alakíthatóság közötti kapcsolat hipotézisét a következők látszottak erősíteni. A 3. ábra szerinti szerszámmal végzett, tehát a teljes tapadást megvalósító szerszámmal végzett próba során mértük az erő – elmozdulás görbéket. A mért adatokból, joggal feltételezve a teljes tapadást, a közismert Siebel-formula segítségével vissza-

számoltuk az anyag folyási görbéjét. A folyási görbén bejelöltük azt az alakváltozást, melynél a zömített próbatest repedése megjelent, és meghatároztuk a görbe alatti területet. Ez nem más, mint a repedés megjelenéséig szükséges alakváltozási munka, azaz a fajlagos törési munka. Ez az érték pedig pontosan azonos volt a szakítóvizsgálattal meghatározott fajlagos törési munkával.

A másik lehetőség Gillemot professzor elképzelései alapján elkezdett, de csak a halála után befejezett öntvénykovácsolási kísérleteink során adódott. A technológia lényege, hogy a süllyesztékes kovácsolás során a készüregbe egy öntéssel előállított előgyártmányt teszünk, melynek tetszőlegesen bonyolult lehet az alakja. Az ilyen előalakok készítése ugyanis esetenként csak nagyon sok lépésben lehetséges. Egy 5 kg tömegű hajtórúd rendszerint több mint tíz előalakító műveletet, beleértve a kovácshengelését is igényel. Ezek a kísérletek több figyelemre méltó eredményt hoztak. Az egyik ilyen eredmény az, hogy a gömbgrafitos öntöttvas kb. 850–900 °C-on süllyesztékben kovácsolható. A törés, repedés nélkül elérhető alakváltozás mértéke azonban – összhangban a korábbi, Kármán Tódorig visszavezethető elméletekkel – erősen függ az alakítási folyamatra jellemző feszültségi állapottól. Ezért egy olyan speciális szerszámot készítettünk, amely az elvileg legkellemetlenebb sicalakváltozási állapotot, illetve az ennek megfelelő feszültségi állapotot hozza létre. Az ilyen szerszám alsó része lényegében egy négyszög keresztmetszetű, végén nyitott árok. A szerszám felső része pedig az árokba illeszkedő téglatest. A próbatest lehet kocka vagy olyan hasáb, melynek az egyik mérete megegyezik az árok szélességével, így az ilyen irányú alakváltozása gyakorlatilag zérus.

A gömbgrafitos öntöttvasnak a 2. ábrához hasonló, energetikai szemléletű alakítási határgörbéje (felcserélt tengelyekkel) a 4. ábrán látható. Az ábrán a fajlagos alakítási munka és a munkadarab átlagos

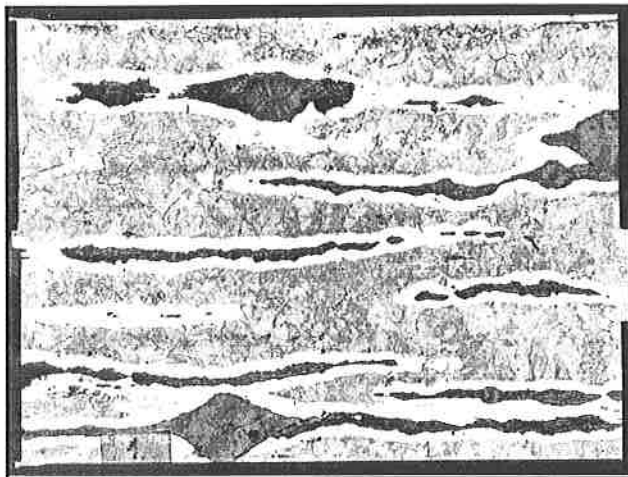


4. ábra. A gömbgrafitos öntöttvas összehasonlító nyúlása és fajlagos alakítási energiája közötti kapcsolat különböző feszültségi- illetve alakváltozási állapotokkal végzett alakítás során, feltüntetve az alakítás határállapotait.

összehasonlító alakváltozása közötti kapcsolat látható. A paraméter itt a vizsgálati eljárás, vagy ha úgy tetszik a feszültségi- és alakváltozási állapot. Az ábrán nyújtásnak neveztem a sicalakváltozási állapotot.

Az ábrából az látszik, hogy a legkisebb mértékű alakváltozást az adott anyag a sicalakváltozási állapotban viseli el. Az is látszik, hogy

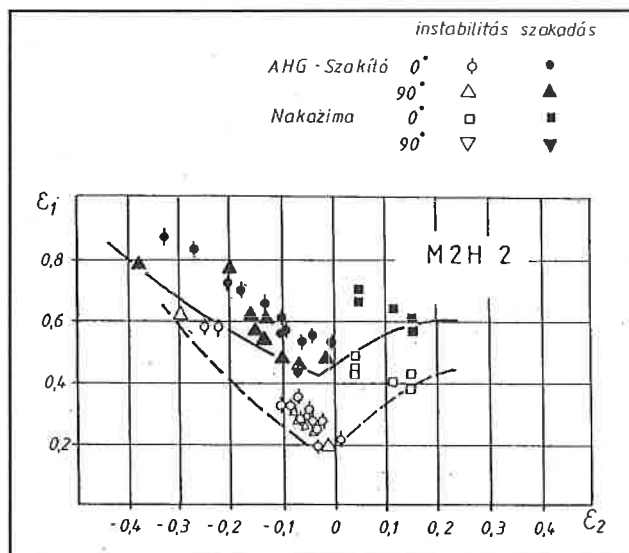
dinamikus előrefolyással a gömbgrafitos öntöttvas igen nagy alakváltozásokat képes elviselni. Ennek igazolására szolgáljon az 5. ábra. Az ábra a $\varphi=2$ alakváltozást szenvedett, azaz az eredetileg 13.5%-ára csökkent keresztmetszetű gömbgrafitos öntöttvas szövetszerkezetét mutatja. Az ábrán jól látszik, hogy az eredetileg gömb alakú grafitzárványok hosszan megnyúltak, miközben a jellegzetes ferritdvar, a grafitall együtt alakváltozva megmaradt.



5. ábra. Melegen alakított gömbgrafitos öntöttvas szövetszerkezete

A határalakváltozás és az alakítási munka határértékének feszültségi- és alakváltozási állapot függése miatt ezek szerint a törési munka univerzális határalakváltozási mérőszámként tehát nem használható. Az alakítási határállapotokat csak a feszültségi állapot és a deformáció-történet függvényeként szabad értelmezni.

Ez a tény rákényszerített bennünket arra, hogy berendezkedjünk a legkülönbözőbb alakítási történetek előállítására. Az adatgyűjtési korszakunk fontos lépése volt az IDDRG (International Deep Drawing Research Group) alakítási határgörbe koncepcióinak megismerése, a lemezanyagok határgörbéinek felvételére szolgáló eszközök megtervezése, legyártása, majd alkalmazásba vétele. Meg kell említeni, hogy az első Nakazima-próbához alkalmas készüléket a tanszéken Nyulász Pál, az első, fotórezoros hálófelvevő berendezést pedig Szabadits Ödön tervezte. Az első használható empirikus határgörbét (Keeler–Goodwin-diagramot) ezekkel az eszközökkel Peer Ferenc diplomatervező hallgató vette fel 1978–79-ben, aki kimutatta, hogy a hevertetett acéllemezek öregedése miatt az ilyen lemezek alakváltozó képessége hogyan csökken a deformáció-történet függvényében. Ezekkel az eszközökkel



6. ábra. M2H minőségű, 2 mm vastag acéllemez instabilitásra és repedésre vonatkozó empirikus határgörbéje.

és a továbbfejlesztett változataival számtalan további lemezanyag empirikus határgörbéit mérték ki a kollégáink ipari megbízások, vagy a volt hallgatóink a diplomaterveik kidolgozása során az ékszeriparban használatos ezüstlemezekről a hadiipari nemesíthető acéllemezekig bezárólag. Illusztrációként a hazánkban legjobban elterjedt M2H minőségű, 2 mm vastag lemezanyag alakítási határgörbéjét mutatjuk be a 6. ábrán. Az ábrán a határállapot két eltérő értelmezése meg van különböztetve, nevezetesen az instabilitás és a törés. Az instabilitás alatt a kontrakció megjelenését kell itt érteni, a lemezanyagok jellegzetes sík feszültségi állapotában.

Fenomenológiák

Az empirikus határgörbék határozott, jellegzetes alakja nyilvánvalóan mélyebb belső összefüggéseket takar. Ez első közelítésként azzal bizonyítható, hogy a mérési adatokra valamilyen függvény nagyon jól illeszthető. A Kármán Tódor által 1911-ben Göttingenben végzett mérések szerint, a márvány és a homokkő nagy hidrosztatikus nyomás hatására jelentős képlékeny alakváltozásra volt kényszeríthető [1]. Ennek az elvnek alapján készítette az első alakítási határgörbét Albert Maier 1935-ben [2]. Lényegében ezt alkalmazták később többen, így például Kolmogorov [3] és követői. Ez a határgörbe a repedés vagy törés helyén mért $\bar{\epsilon}_f$ összehasonlító nyúlást tünteti fel a feszültségi állapotról jellemző mennyiség függvényében. Ez a feszültségi állapot mutatónak nevezett mennyiség Maier-nél a három főfeszültség számtani közepének, és az aktuális folyáshatárnak a hányadosa:

$$k = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3k_f} \quad (1)$$

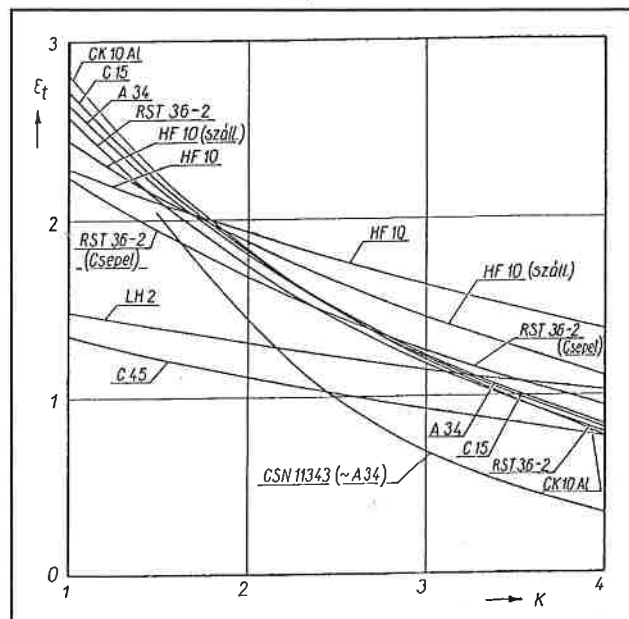
Kolmogorov és követői ennek a mennyiségnek a háromszorosát alkalmazzák a feszültségi állapot jellemzésére:

$$K = 3k \quad (2)$$

Az összehasonlító nyúlás szokásos Mises-féle értelmezése helyett a szögalakváltozások intenzitását használják, ami az összehasonlító nyúlástól egy $\sqrt{3}$ nagyságú szorzóval különbözik. E szerint a feszültségi állapot mutató az egytengelyű húzásnál Maier szerint $1/3$, Kolmogorov szerint 1. Mindez csak a kísérleti adatok különböző leírásainak értelmezése miatt lényeges.

A Maier-féle határgörbének a legegyszerűbb leírása Hancock és McKenzie [4] szerint egy exponenciális görbe:

$$\bar{\epsilon}_f = A \exp\left(-\frac{3}{2}k\right) \quad (3)$$



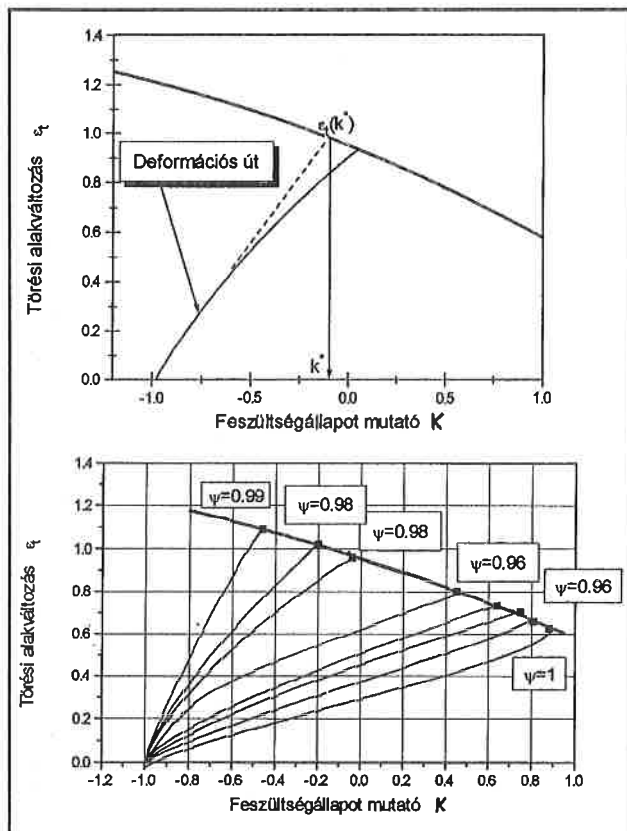
7. ábra. Hidegfolyatható acélok Hancock–McKenzie-féle fenomenológiával leírt határgörbéje Reé A. mérései alapján.

Az egyenlet szerint egy anyag határgörbéjét akár csak egy sima és egy bemetszett szakítópróbatest segítségével meg lehet határozni. Ennek alapján a 70-es évek végén Reé András kollégánk lényegében minden hazánkban használatos hidegfolytatásra alkalmas anyag alakítási határgörbéjét megmérte. [5] Mérési eredményeit a 7. ábra mutatja. Az ábrán a Kolmogorov-féle feszültségállapot mutató függvényében a törés helyén mért Mises-féle összehasonlító nyúlás van feltüntetve.

Kolmogorov vezette be a képlékeny tartalék fogalmát. E szerint, ha egy az alakítási folyamat során állandó K^* feszültségi állapot mutatóval jellemzett kísérlettel $\varepsilon^*(K^*)$ alakváltozásnál következik be a törés, akkor egy tetszőleges alakváltozási út esetén a törés akkor következik be, ha az alábbi definiált Ψ képlékeny tartalék kimerül, azaz a számszerű értéke 1 lesz:

$$\Psi = \int_0^{\varepsilon_i} \frac{d\varepsilon}{\varepsilon_i^*(K^*)} \quad (4)$$

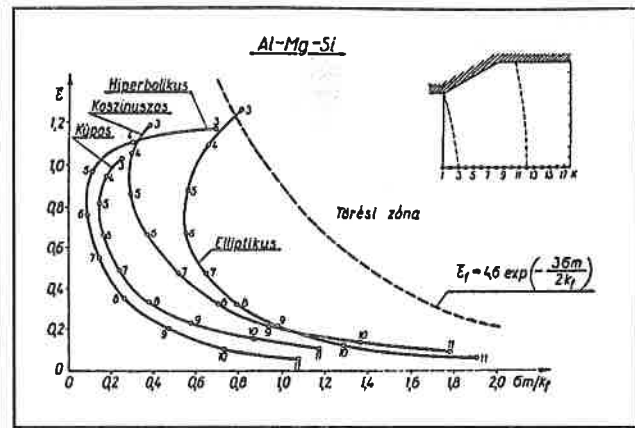
Ennek az alkalmazását szemléltetik a 8. ábrán Králics György [6] mérési eredményei. Az ábrán különböző méretarányú és kenésű Al-Mg ötvözetből készített zömítő próbákkal előállított deformációs utakkal mért és a (4) egyenlettel számított, a repedés megjelenését jellemző Ψ érték van feltüntetve.



8. ábra. A repedés megjelenését jellemző képlékeny tartalék értékei Králics Gy. mérései alapján.

A Maier-Kolmogorov határgörbe-fenomenológia egy gyakorlati alkalmazhatóságát Nader Farahat Hassan kísérlete meg. [7, 8] Különböző geometriájú folyatószerszámokkal különböző deformációs utakat állított elő a munkadarab középvonala mentén. Az Al-Mg-Si anyagra meghatározott (3) egyenlettel számított törési alakváltozást összevetette a tengely mentén meghatározott deformációs-történettel. Az elliptikus szerszámra a vizioplasztikus módszerrel meghatározott deformációs-történet görbe belemetszett a határgörbébe, és ezzel előre jelezte a felrepedést, amely ténylegesen bekövetkezett (lásd a 9. ábrát).

Az eredmények ellenére kiderült, hogy ez a fenomenológia pontatlan és elvileg vitatható. A határgörbe nem csak a feszültségi, hanem az alakváltozási állapotnak is a függvénye [9] Darvas Zoltán nagyszámú és



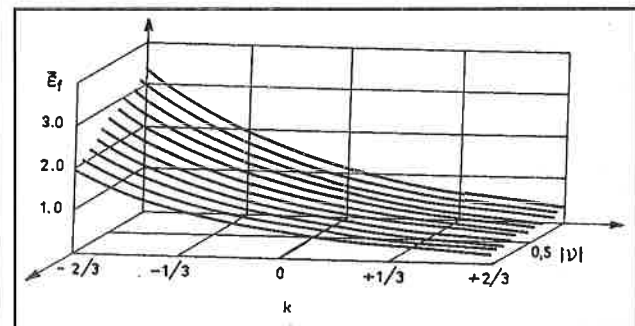
9. ábra. Középvonalmenti felszakadás előre jelzése Nader Farahat Hassan nyomán.

rendkívül precíz mérései [10] alapján született meg a 10. ábra szerinti alakítási határfelület, amelyet az alábbi egyenlettel lehet leírni:

$$\bar{\varepsilon}_f = (C_1 + C_2|v|) \exp[(C_3 + C_4|v|)k] \quad (5)$$

ahol az alakváltozási állapotot a főnyúlások segítségével meghatározott v Lode-paraméter jelenti:

$$v = \frac{2\varepsilon_2 - \varepsilon_1 - \varepsilon_3}{\varepsilon_1 - \varepsilon_3} \quad (6)$$



10. ábra. A Darvas-Ziaja-határfelület.

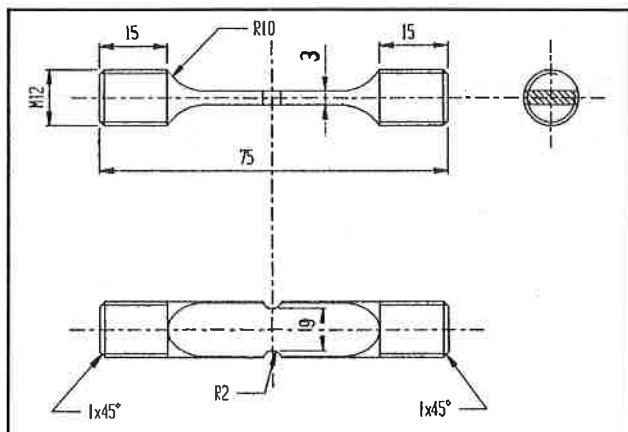
melyben az alakváltozások indexei az algebrai sorrendet jelentik, továbbá $C_1, \dots, C_4$ kísérleti állandók. Meghatározásukhoz legalább 4 mérés kell, melyek ismeretében az (5) egyenletet, mint egy négyismeretlenes nemlineáris egyenletet meg kell oldani, nyilván numerikusan. Jól megválasztott mérésekkel a számítás egyszerűsíthető. A nagyságrendek megtételére szolgáljon a következő példa. A $v = 0$ és $k = 0$ a síkalakváltozási állapotban lévő tiszta nyírásnak felel meg, amikor a nyírófeszültség $\tau = k_f / \sqrt{3}$ és ha a szögalkváltozás γ , akkor $\bar{\varepsilon} = \gamma / \sqrt{3}$, tehát $C_1 = \bar{\varepsilon}_f = \gamma / \sqrt{3}$. Az egyidejűleg síkbeli alakváltozási és feszültségi állapot akkor áll elő, ha $\varepsilon_2 = 0$, $\varepsilon_1 = -\varepsilon_3 = \varepsilon$, $\bar{\varepsilon} = \frac{2}{\sqrt{3}} \varepsilon$, továbbá

$\sigma_3 = 0$, $\sigma_2 = \sigma_1 / 2$, $\sigma_1 = \frac{2}{\sqrt{3}} k_f$. Ezekkel $v = 0$ és $k = 1/\sqrt{3}$, melyek-

kel az (5) egyenletből C_1 ismeretében C_3 adódik. A szerző tapasztalatai alapján ezt az állapotot legegyszerűbben megfelelő alakú bemetszett szakítópróbatest segítségével jól meg lehet közelíteni. Rúdanyagok vizsgálatára a 11. ábra szerinti próbatest használható. A próbatest elszakítása után a szakadási keresztmetszetben az eredeti A_0 és az A_f szakadási felület összehasonlításával e számítható:

$$e = \ln \frac{A_0}{A_f} \quad (7)$$

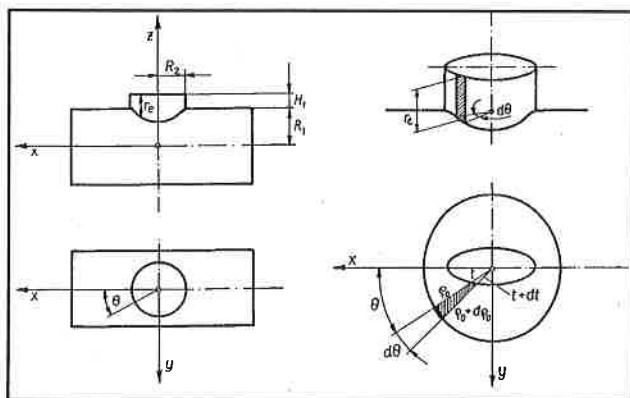
a fentiek szerint mért két konstans ismeretében két további kísérlettel, például a 3. ábra szerinti zömítővizsgálattal és egy nagyon jól kent másik zömítőpróbával a hiányzó másik két állandó is meghatározható.



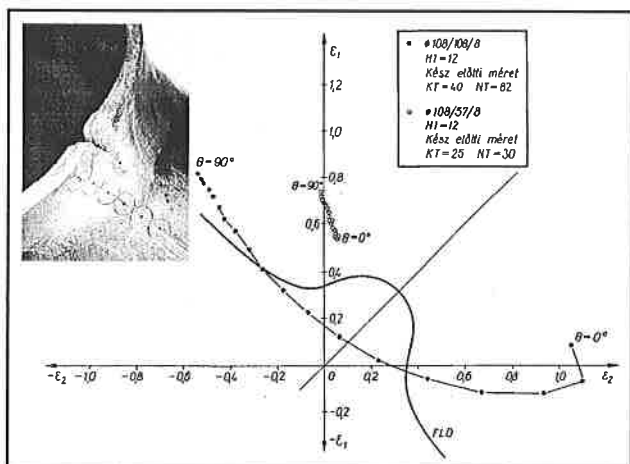
11. ábra. Az egyidejűleg sík alakváltozási és sík feszültségi állapotot jó közelítéssel előállító, a szerző által javasolt szakítópróbatest.

Analízisek

A fenomenológiák mögötti mechanizmusokat leíró összefüggések ismeretében az alakítási folyamatok paramétereivel egyidejűleg generálhatók az alakítás határállapotai is. Az első konkrét problémakör, melyre a határállapot számítási igénye a gyakorlatban felmerült, a T idomnak nevezett csővezetéki elem rozsdamentes acélból, nyakkihúzási technológiával gyártása során merült fel a 70-es évek végén és a 80-as évek első felében. A T idom vázlata a 12. ábrán látható. A T idom peremének felületén mért összetartozó alakváltozás-komponenseket az alakváltozások síkjában a 13. ábrán mutatjuk be két méret esetében. Az



12. ábra. A T idom vázlata.



13. ábra. Két különböző méretű T idom egyteljeskörű kihúzásánál a perem alakváltozás-eloszlása és a diffúz instabilitási határgörbe az alakváltozások síkjában ábrázolva.

ábrába berajzoltuk a kontrakció megjelenésének feltételeit jelentő, vagyis a diffúz instabilitás határát jelentő, az anyagra jellemző folyamatos határgörbét. Ahol az alakváltozási pontok a határgörbe alatt vannak, ott a húzás problémamentes. Az ábra azt mutatja hogy az egyik méret gyártása sem oldható meg egyetlen lépésben. A diffúz instabilitás határának számítására a Swift [11] által meglehetősen régen javasolt (de hosszú ideig elfelejtett) feltételt használtuk. A technológia fejlesztésének elvi keresésére ezt a feltételt a szerző kiterjesztette arra az esetre, amikor a lényegében lemeznek tekinthető anyag feszültségi állapota nem síkbeli, hanem a felületre merőlegesen szuperponált nyomás is jelen van. [12] A számítás lényege az, hogy egyik oldalról meghatározzuk a folyamat képlékenységtani modelljéből a $\bar{\sigma}$ összehasonlító feszültségnek az $\bar{\epsilon}$ összehasonlító alakváltozástól függését kifejező egyenletét, amiből kiszámítjuk a görbe Z-vel jelölt szubtangensét:

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{\bar{\sigma}} \cdot \frac{d\bar{\sigma}}{d\bar{\epsilon}} \quad (8)$$

Kritikus az az állapot, amikor a folyásgörbe egyenletéből hasonló módon számolt szubtangens értéke azonos lesz a (8) egyenletből számítottal.

$$\frac{1}{Z_{krit}} = \frac{4(M^3 + N^3 + 1) - 3[(M - N)^2 + (M + N)(1 + MN)]}{4(M^2 + N^2 - MN - M - N + 1)^{3/2}} = \frac{1}{k_f} \frac{dk_f}{d\bar{\epsilon}} \quad (9)$$

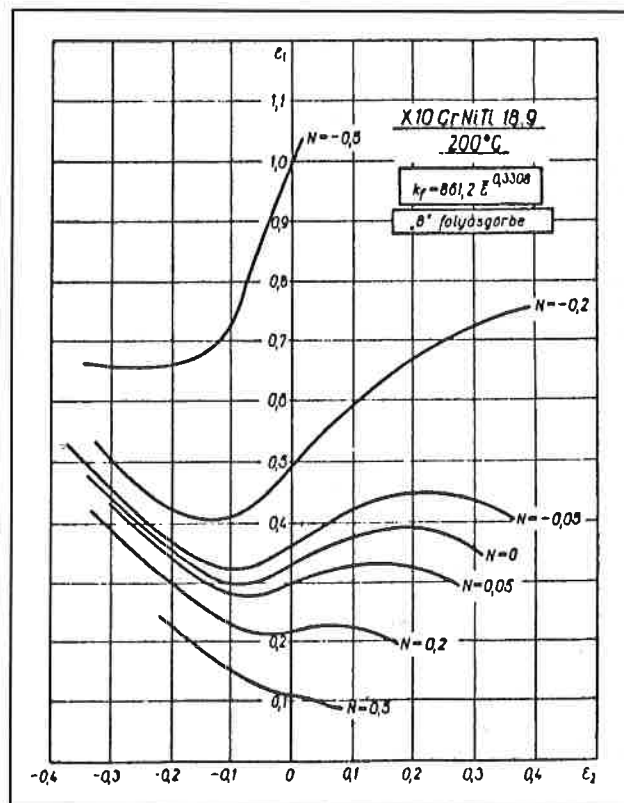
ahol

$$M = \frac{2\alpha + 1 + N(1 - \alpha)}{2 + \alpha} \quad (10)$$

és

$$\alpha = \frac{d\epsilon_2}{d\epsilon_1} \quad (11)$$

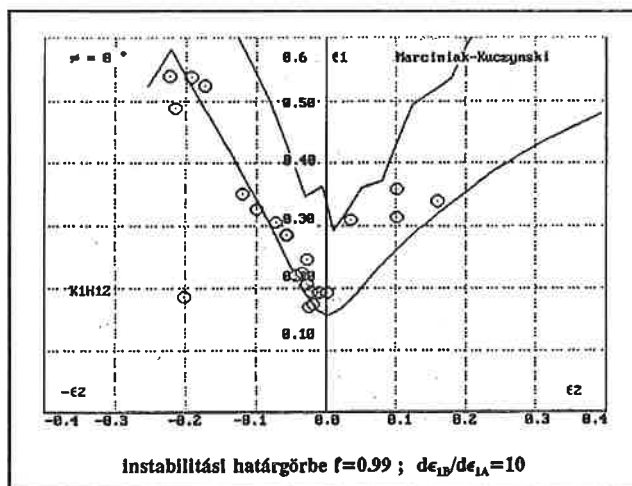
A fenti egyenletekben a lemezre merőleges p nyomást egy N paraméterrel lehet figyelembe venni, ahol $N = -p/\sigma_1$. Példaként egy ilyen módon kiszámított diffúz instabilitási görbesereg látható a 14. ábrán. Az $N > 0$ paraméterekkel feltüntetett görbéknek csak elméleti jelentőségük van. Az $N < 0$ paraméterek arra utalnak, hogy a diffúz instabilitás határa is jelentősen javítható a feszültségi állapotnak a többtengelyű nyomás irányába való eltolásával. A megbízható gyártás feltétele tehát a



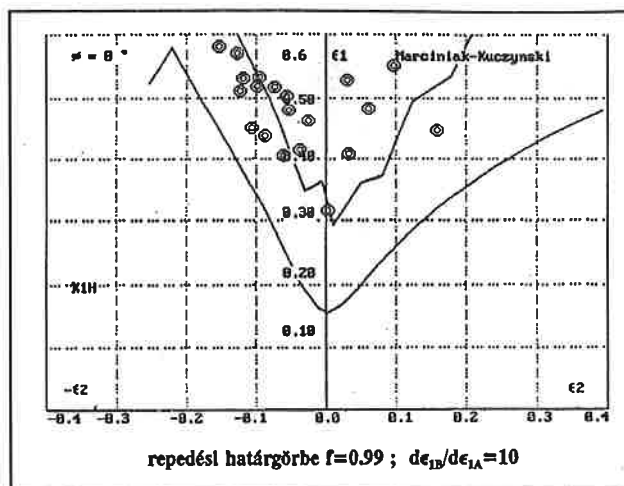
14. ábra. A lemezre merőleges nyomás hatása az alakítási határgörbére, az anyagminőség, a vizsgálati hőmérséklet és a folyásgörbe-egyenlet feltüntetésével.

munkadarabra szuperponált megfelelő nagyságú nyomás. A T idomokat ma már a több lépcsőben kihúzás és közbeni hőkezelés helyett egy olyan eljárással gyártják, ahol a nyomás dominál a húzás helyett.

Az alakítási folyamatok során gyakran jelenik meg az instabilitásnak egy másik változata, melyet lokális instabilitásnak nevezünk. A jelenség analízisével a nyolcvanas évek vége felé kezdünk foglalkozni. A jelenség lényege, hogy lemezek esetében az alakítás közben a *Lüders-vonalakhoz* hasonló felületi hibák jelennek meg, melyek valójában keskeny árkok. Az árkok előbb-utóbb repedésekké mennek át. Különös jelentősége a lemezek nyújtóhúzásánál van, ahol a kétféle húzás dominál (pl. karosszériaelemek húzása). A jelenséget főleg a *Marciniak és Kuczynski* [13] által készített analízissel szokták leírni. Az elemzés lényege, hogy a lemez terhelése során az árokban, a kisebb lemezvastagság miatt a környezetéhez képest nagyobb feszültség keletkezik, aminek eredményeként az árokban nagyobb az alakváltozása mint a környezetnek, aminek eredményeként tovább vékonyodik és így tovább. Az árokban tehát nagyobb az alakváltozás sebessége és azonos idő alatt a deformációja is. Az alakváltozás egyre jobban lokalizálódik, egészen addig, amíg a lemez meg nem reped, illetőleg amíg a folyamatot leíró matematikai-számítástechnikai modellt le nem állítjuk. Az ezzel kapcsolatos kutatásaink során egyrészt olyan modellt készítettünk, mely figyelembe veszi, hogy a lemez anizotrópia főtengelyei nem esnek egybe a mechanikai főirányokkal, másrészt vizsgáltuk, hogy adott leál-lási feltételek mellett mekkora lesz nem csak a technológiai szempont-ból érdekes munkadarab határalakváltozás a különböző deformáció-történet mellett, de vizsgáltuk az árok feszültségi és alakváltozási állapotát is a törésközi körülmények között. Harmadrészt vizsgáltuk a lemezekre merőleges nyomás hatását is a lokális instabilitás megjelenésére. A folyamatot leíró matematikai modell és annak számítástechnikai algoritmus megvalósítja ennek a cikknek a kereteit. A számító eljárás részét képezi a BME MTAI-ban készített „Határállapot ellenőrző modul” (HEM) néven ismertett [14, 15] programnak. A levezetés és az algoritmus részletesen [16]-ban található. A programmal – amely a nyolcvanas évek végének számítástechnikai szintjét tükrözi – közvetlenül generálható egy adott anyag instabilitási és repedési határgörbéje. A 15. ábrán 1,2 mm vastag K1H minőségű lemezanyag M-K instabilitási (alsó) és a repedési (felső) határgörbéje látható. A számítás kezdeti feltétele az volt, hogy a feltételezett árokban a lemezvastagság az eredetinek 99%-a, ezt fejezi ki az f mennyiség. A szimulációt azzal a feltétellel állítottam le, hogy az árokban a deformációsebesség a környezetének tízszeresére növekedett. Az ábrán a számítással kapott vonal a numerikus megoldás miatt meglehetősen töredezett. Ezzel együtt elég jól jelzi az instabilitás határát, összevetve az ábrán feltüntetett mérési pontokkal. A 16. ábra ugyan ez, azzal a különbséggel, hogy a különböző deformációs utak esetén megjelenő repedések helyén mért alakváltozás-komponenseket mutatja.

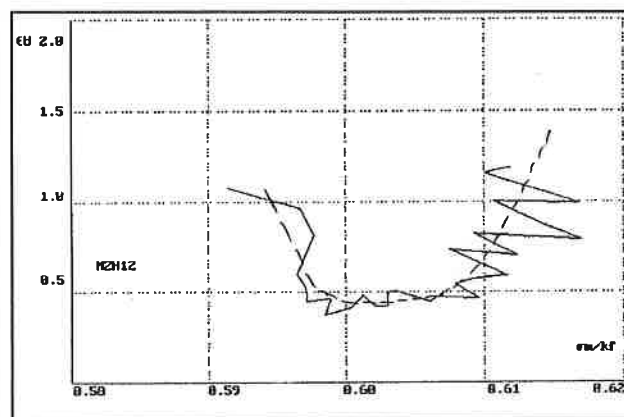


15. ábra. 1,2 mm vastag K1H M-K határgörbéi, instabilitási mérési pontokkal.



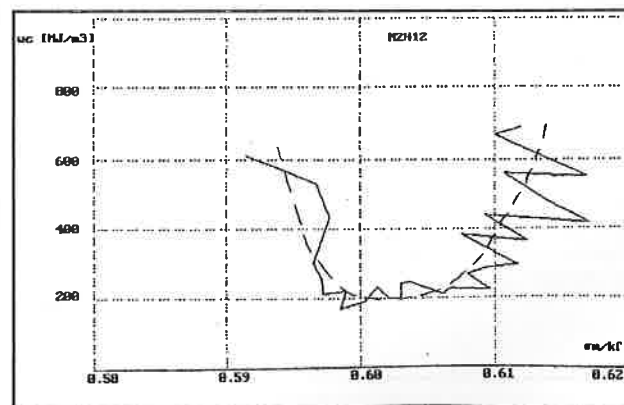
16. ábra. Ugyan az, mint a 15. ábrán, de a repedési mérési pontokkal.

A repedés helyén számított feszültségi állapotot mutató függvényében az összehasonlító nyúlás (17. ábra), illetve fajlagos törési munka (18. ábra) érdekes eredményt mutatott. Az M-K modellel szimuláció ugyanis azt mutatta, hogy a lemez kezdeti feszültségi és alakváltozási állapotától



17. ábra. A repedés helyének összehasonlító alakváltozása a feszültségállapot mutató függvényében.

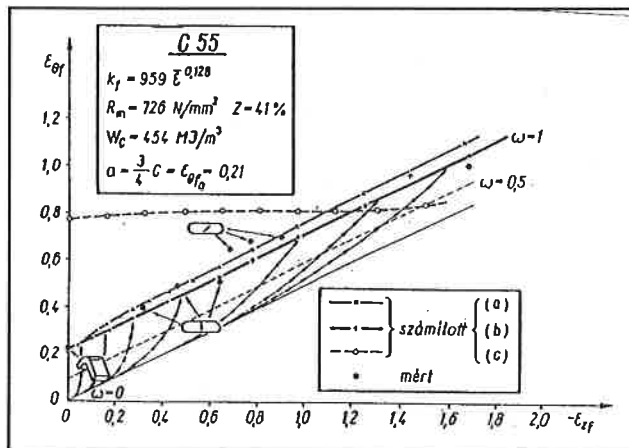
függetlenül a repedés helyén mindig egyidejűleg síkbeli feszültségi- és alakváltozási állapot van. A töréshez ekkor kell a legkevesebb energia, és az ilyen állapotban – pl. a 11. ábra szerinti próbatesten mért (7) képlet szerinti törési alakváltozás – a képlekeny törés szempontjából a legfontosabb anyagjellemző. Ez a felismerés analóg azzal, hogy a törés-mechanikában a repedés terjedése szempontjából a síkalakváltozási állapotban mért feszültségintenzitási paraméter, a K_{IC} a legfontosabb anyagjellemző. Meg kell jegyezni, hogy a kritikus k érték azért tér el az



18. ábra. A fajlagos törési munka a feszültségállapot mutató függvényében a repedés helyén.

előzőleg izotróp anyagra számított $1/\sqrt{3} = 0,577$ -től, mert a lemezanyag anizotróp.

A repedés megjelentése az anyag alakíthatóságának biztos kimerülését jelenti. A repedés, mint határállapot bekövetkezésének számos kritériumát fogalmazták meg a kutatók. A már idézett HEM továbbfejlesztésével készült egy REPED nevű programcsomag. A program felhasználója választhat a legismertebb repedéskeletkezési kritériumot számító eljárások közül, felhasználhatja a program saját anyag adatbázisát, vagy interaktív módon tetszőleges adatokat vihet be, melyek ezután az adatbázis részeivé válnak. Az adatbázisba bevitethető, repedések helyén mért alakváltozás-komponensekkel ezek után ellenőrizhető az, hogy a kiválasztott elmélettel a program által generált repedési határgörbe mennyire azonos a valósággal. A számos elmélet közül jelen esetben csak a *McClintock-elméletet* [17] emelem ki. Az elmélet azon az elképzelésen alapszik, mely szerint a képlékeny alakváltozási folyamat során a munkadarabban lévő mikroüregek egyrészt tágulnak, másrészt előbb-utóbb összeérnek, és ezzel repedés keletkezik. Ennek a zömítési folyamatra alkalmazását korábban már bizonyítottuk. [18] A 19. ábrán a C55 jelű acél számított és mért hidegzömítési határgörbéje látható. Az ábrán az (a)-val jelölt folytonos vonal jelzi az ezzel az elmélettel számított határgörbét, melyre a *Darvas Zoltán* által mért kísérleti adatok jól illeszkednek. A *Gillemot-féle* törési munka alapján számított határgörbét a szaggatott, (c)-vel jelölt vonal mutatja. Az ábra ezt a teóriát ugyan nem igazolja, de azt igen, hogy a két teóriát jelző görbék metsztek egymást. Ezért – visszautalva az *adatgyűjtés* fejezetben leírtakra – ha a kísérletezők a zömítési kísérletet csak olyan deformáció-történetekkel végzik, melyek a metszéspont környezetében található alakváltozásokat produkálnak, akkor joggal feltételezhetik, hogy a fajlagos törési munka alkalmas kritérium.



19. ábra. C55 acél zömítési határgörbéje.

A repedés réme természetesen a mindig anizotrópnak tekintett lemezanyagok esetén is kísért, ezért a repedési határgörbe *McClintock* filozófiáját kiterjesztettük az anizotróp lemezanyagok esetére tekintettel arra is, hogy az anizotróp főtengek nem esnek egybe a mechanika főirányokkal [19], továbbá ismertek az anizotrópiát jellemző *Lankford*-számok. A repedés keletkezési kritérium zárt alakban, egy integrál formájában fogalmazható meg:

$$\int_0^{\bar{\epsilon}_f} \left\{ \frac{\sqrt{3}}{2(1-n)} \frac{\sqrt{3}(1-n)[(B_2 + 2B_3) + \alpha(B_1 + 2B_3)]}{2S} + \frac{3(B_2 - \alpha B_1)}{4S} \right\} d\bar{\epsilon} = K \quad (12)$$

ahol K anyagjellemző, n a keményedési kitevő és α azonos a (11) egyenlettel definiált deformáció-történettel. Továbbá

$$S = \sqrt{AB_s[(B_2 + B_3) + 2\alpha B_3 + (B_1 + B_3)\alpha^2]}$$

és ha a *Lankford*-számokat rendre R_0 , R_{45} , R_{90} -el jelöljük, valamint az anizotrópia- és a mechanikai főirányok által bezárt szög Ψ , akkor a képletben szereplő paraméterek az alábbiak:

$$A = \frac{3}{2(R_0 + R_{90} + R_0 R_{90})}$$

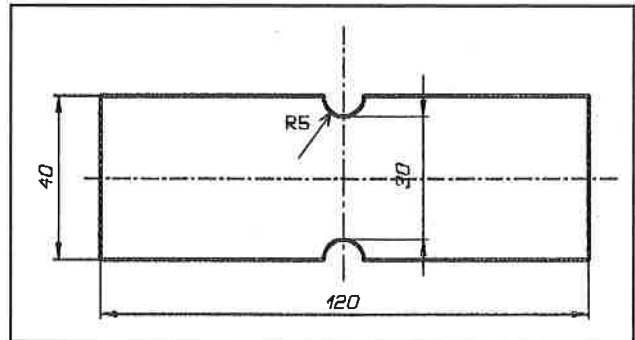
$$B_1 = R_{90} \sin^2 \Psi + R_0 \cos^2 \Psi$$

$$B_2 = R_0 \sin^2 \Psi + R_{90} \cos^2 \Psi$$

$$B_3 = R_0 R_{90} \cos^2 2\Psi + (R_0 + R_{90}) \frac{R_{45}}{2} \sin^2 2\Psi$$

$$B_s = B_1 B_2 + B_2 B_3 + B_3 B_1$$

A (12) képletben szereplő K anyagjellemzőt célszerű ugyancsak az egyidejűleg sík alakváltozási- és feszültségi állapotot eredményező bemetszett lemezszakító vizsgálattal meghatározni. A javasolt próbatest rajza a 20. ábrán látható. A próbatest felületére hálózatot kell nyomtatni, és a szakítás után meg kell keresni azokat a jeleket, amelyek egyrészt



20. ábra. Az egyidejűleg sík feszültségi- és alakváltozási állapotot előállító lemezszakító próbatest.

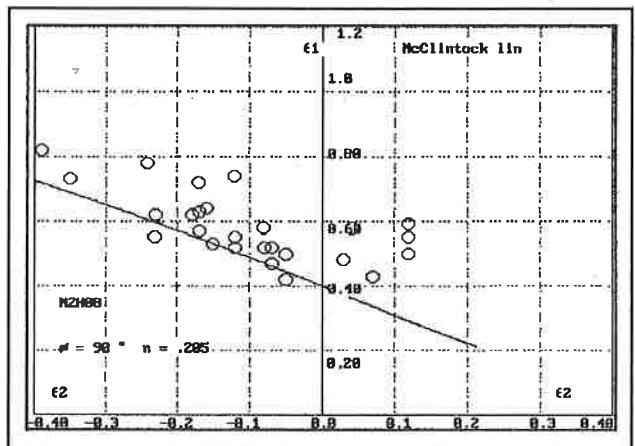
átmegy a repedés, másrészt amelyeknek a próbatest tengelyére merőleges irányban nincs alakváltozásuk (mindig találunk ilyeneket!). Ezek tengelyirányú alakváltozása az az anyagjellemző mennyiség, melyről a (6) és (7) formulákkal kapcsolatban a fentiekben már említés történt. Ha ezt a mennyiséget ε -al jelöljük, akkor a K mennyiség:

$$K = \frac{\varepsilon}{AB_s} \left[\frac{\sqrt{3}S_1}{2(1-n)} \frac{\sqrt{3}(1-n)(B_2 + 2B_3)}{2S_1} + \frac{3B_2}{4S_1} \right] \quad (13)$$

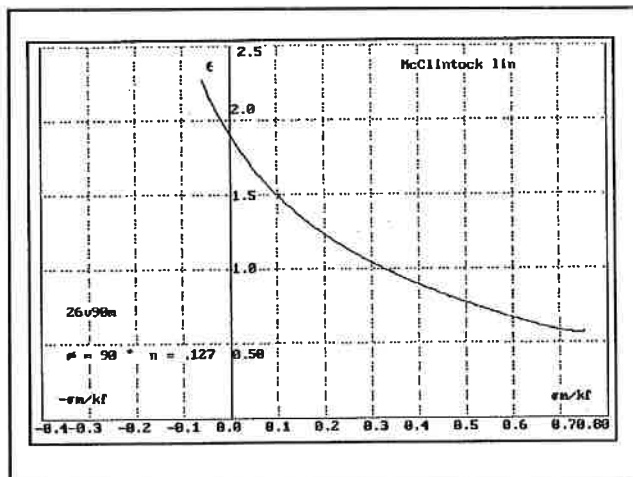
ahol

$$S_1 = \sqrt{AB_s(B_2 + B_3)}$$

Illusztrációként szolgáljon a 21. ábra, melyen 0,8 mm vastag M2H minőségű mélyhúzóható lemez számított repedési határgörbéje látható mérési adatokkal kiegészítve. A méréseket egyrészt különböző bemetszésű, felhálózott szakítópróbatestekkel másrészt az *adatgyűjtés* témakörben említett *Nakazima-próbával* végeztük [20]. A számított határgörbe pontok és az anyag tulajdonságainak ismeretében meghatározható a fajlagos munka és a feszültségállapot mutató görbe azokra az esetekre, amelyek a bemetszett szakítópróbatesteknek felelnek meg, vagyis az $0 > \alpha > -1/2$ tartományra. A 22. ábrán látható egy 2,6 mm vastag, melegen hengerelt, kis karbon tartalmú acélra vonatkozó görbe.



21. ábra. 0,8 mm vastag M2H lemez repedési határgörbéje, módosított *McClintock*-modellel számítva.



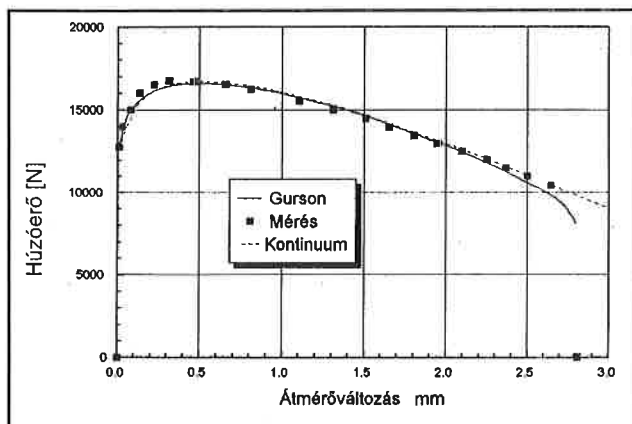
22. ábra. 2,6 mm melegen hengerelt lemezanyag módosított McClintock-moddal számított fajlagos törési munka – feszültségállapot mutató görbe.

A görbe lefutása pontosan olyan, mint a Gillemot professzor által bevezetett, a mechanikai anyagvizsgálatban a ridegtörési hajlam megítélésére használatos, a fajlagos törési munka és a feszültségkoncentráció közötti $W_C - \alpha_K$ összefüggés. Az a különbség, hogy a feszültségállapot mutató a képlékeny állapotban van értelmezve, ellentétben az α_K -val, mely csak a rugalmas tartományban érvényes.

Jelenlegi tevékenység

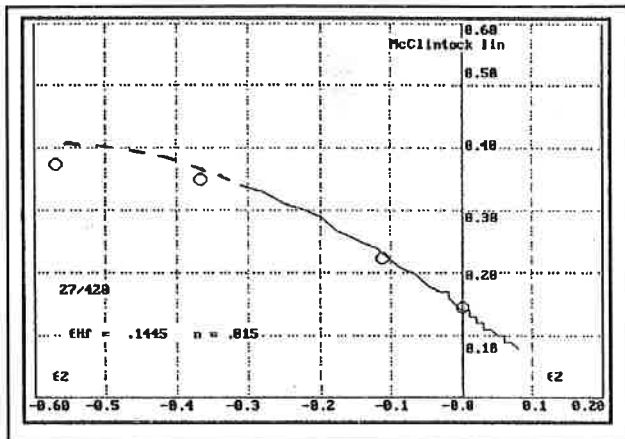
Az utóbbi időben beszűkült lehetőségek ellenére, a témakör motivációival összhangban, tovább folytatódnak a kutatások főleg az OTKA támogatásával.

Az elméleti jellegű vizsgálatokat manapság főleg végeeselemes analízissel végezzük. Az újabb eredmények illusztrációjaként szolgáljon a 23. ábra. Az ábra Krállics György és Tatár Levente végeeselemes szakítóvizsgálat szimulációját mutatja, a számított és mért értékek feltüntetésével. A szimuláció alapja a McClintock-modell Gurson által továbbfejlesztett változata, melyet a MARC végeeselemes programrendszer kezel. Az alakítási határállapot ezzel a modellel a mikróüregek számának, gyakoriságának és eloszlásának alapján lehet megállapítani.



23. ábra. Szakítóvizsgálat végeeselemes szimulációja Krállics és Tatár nyomán.

Esetenként lehetőségünk van új anyagokon is kipróbálni az ismereteinket. A 24. ábra egy 24% szilíciumot és 7% nikkelt tartalmazó, porkohászai úton előállított rúdanyag McClintock-féle határgörbéjét mutatja. Az ábrán fel vannak tüntetve a mérési pontok is, amelyek a már meglehetősen koros elmélet mai napig használhatóságát igazolják.



24. ábra. Porkohászati alumíniumötvözet alakítási határgörbéje 420 °C-on.

Irodalom

- [1] Kármán Th. von.: Festigkeitsversuche unter allseitigen Druck, Zeitschrift VDI No. 42. 55. Okt. 1911. p. 1749–59.
- [2] Maier A.: Einfluß des Spannungszustandes auf das Formänderungsvermögen der metallischen Werkstoffe. VDI Verlag Berlin 1935.
- [3] Kolmogorov V. I.: Naprazsenia, deformacii, razrusenijija. Metallurgizdat, Moskva 1970.
- [4] Hancock, J. W., Madkenzie, A. C.: On the mechanism of ductile fracture in high strength steels subjected to multiaxial stress-states. Journal Mechanics Physics of Solids 24 (1976) p. 147–169.
- [5] Reé A.: Hidegfolytatásra alkalmas acélok alakítási határgörbéi, I. Képlékenyalakítási Szeminárium Győr 1979.
- [6] Krállics Gy.: A képlékenyalakítási műveleteknél alkalmazott törési kritériumok. Műszaki doktori értekezés. BME MTAI 1979.
- [7] Nader Farahat Hassan: Effect of die profile on ductile fracture in axisymmetric extrusion. Kandidátusi értekezés BME MTAI 1984.
- [8] Ziaja Gy., Nadar Farahat: Adalékok a folyamatárszámok geometriai méretezéséhez. Gépgyártástechnológia XXV. 11. 1985. nov. p. 499–501.
- [9] Ziaja Gy., Darvas Z.: Die Abhängigkeit der Umformvermögens metallischer Werkstoffe von Formänderungszustand. In: „Metal Forming Theory and Practice“ Proc. 5th. Int. Conf. on Metal Forming Győr 19–21. June 1991. p. M40–M47.
- [10] Darvas Z.: Fémes anyagok alakíthatósági vizsgálatai. Kandidátusi értekezés. BME MTAI 1990.
- [11] Swift, H. W.: Plastic instability under plain stress. Journal Mechanics Physics of Solids 1 (1952) p. 1–18.
- [12] Ziaja Gy.: Felületükön nyomott lemezek alakítási határállapotának meghatározása. In: III. Képlékenyalakítási Szeminárium Győr 1985. jún. 12–14. p. 653–671.
- [13] Marciniak, Z., Kuczynski K.: Limit strains in the process of stretch-forming sheet metal. Int. Journal Mechanical Sciences 9. (1967) p. 1–18.
- [14] Ziaja Gy.: Folyamat-szimuláción alapuló képlékenyalakítási technológia-tervezés alapelvei és adatbázisai. Gépgyártástechnológia XXX. 3. 1990. márc. p. 140–144.
- [15] Ziaja Gy.: Lemezek alakítási határállapotának számítógéppel segített becslése: a határállapot ellenőrző modul. in: micro CAD SYSTEM Miskolc, 1992. febr. 27. Számítástechnika Műszaki Alkalmazása II. p. 341–352.
- [16] Ziaja Gy.: Alakítási folyamatok határállapotai. Akadémiai doktori értekezés BME MTAI 1994. X. függelék. f. 10/1–6.
- [17] McClintock F. A.: A criterion for ductile fracture by the growth of holes. Journal of Applied Mechanics 1968. jun. p. 363–371.
- [18] Ziaja Gy., Cser L., Darvas Z.: Simulation and limit state in metal forming in: Advanced Technology of plasticity. Proc. Second Conf. on Technology of Plasticity. Ed. K. Lange. Vol. II. p. 999–1003. Springer Verlag Berlin etc. 1987.
- [19] lásd [16] XII. függelék f. 12/1–f. 12/3.
- [20] Ziaja Gy.: A finomlemez technológiai vizsgálatának korszerű módszerei és eszközei, Anyagvizsgálók Lapja 1991/1. p. 17–21.

Termomechanikusan alakított acélok védőgázos hegesztése

Prof. Dr. Thomas Varga* – Csikós Gábor**

A BME Mechanikai Technológia és Anyagszerkezeti Intézete és a TU Wien Technische Versuchs- und Forschungsanstalt közel két évtizedes együttműködése során több hegesztési és anyagvizsgálati témában folytatott közös kutatást, cserélt vendégelőadókat a graduális és postgraduális oktatásban, szervezett szakmai rendezvényeket a hallgatók és a szakemberek számára Magyarországon és Ausztriában egyaránt, illetve magyar hallgatók bécsi rész képzésben is részesülhetnek.

Közleményünkben az osztrák ÖAD és a magyar OMF B Kormányzati Tudományos és Technológiai Együttműködés támogatásával a növelt folyáshatárú, termomechanikusan alakított acélok hegeszthetőségi vizsgálata és a keverék védőgázos fogyóelektródás ívhegesztése témakörben folyó kutatás eddigi eredményeit mutatjuk be.

Kutatási célok és körülmények

A program célja egy adott hegesztéstechnológia kidolgozása, valamint a technológia és az anyagtulajdonságok egymásra hatásának kutatása azért, hogy az ezekben az acélokban rejlő lehetőségek minél jobban kihasználhatók legyenek. A kutatás során a legkorszerűbb vizsgálati és értékelési módszerekkel (törésmechanika, határállapot módszer) arra is választ keresünk, hogy milyen kritériumrendszert kell a hegesztett kötésekkel szemben támasztani.

Ma, a növelt szilárdságú hegeszthető szerkezeti acélon a 355 N/mm²-nél nagyobb folyáshatárú acélokat értjük, ahol a folyáshatár értéke akár 960 N/mm² is lehet. Ez az igen széles intervallum természetesen több szilárdsági kategóriát jelent, hiszen a szilárdságnövelő mechanizmusok különféle változatait kell bevetni az ilyen nagy értékek eléréséhez úgy, hogy közben a kellő szívósságot is biztosítsuk. Az eltérő szilárdságnövelő módszerek részben eltérő megoldásokat követelnek a hegesztéstechnológia szempontjából. Alapvetően két területre kell figyelmet fordítani. Az első, hogy a hőhatásövezetben meg kell őrizni az alapanyag szilárdságát, meg kell gátolni a kilágyulást, illetve biztosítani kell az előírt szívósságot. A második, hogy a varratfémbe elő kell állítani a szükséges szilárdságot és szívósságot. Ezeknél az alapanyagoknál – bár különböző úton, de minden esetben a szemcsefinomítás az a módszer, mely a kedvező tulajdonságokat biztosítja. A hőhatásövezetben a finomszemcsés, perlitiszegény szövetszerkezet megtartása a cél – a lehetőségek határain belül –, míg a varratban olyan kémiai összetételű varratfém előállítás, mely a rétegek egymást áthőkezelő hatásával együttesen az alapanyagéhoz hasonló tulajdonságokat eredményez.

Munkánk célja: különböző típusú acélok alapanyag-vizsgálatával és hegesztéstechnológiai kísérletekkel

- megvizsgálni a hegesztési hőfolyamat hatását az alapanyag tulajdonságaira és megállapítani, hogy hol vannak azok a határok, melyek a feldolgozhatóság esetleges korlátait jelenik;
- megfelelő minőségű, megbízhatóan reprodukálható hegesztett kötések készíteni;
- megállapítani, hogy milyen kritériumokat kell a kötésekkel szemben állítani.

Kutatási programunk előkísérleteit a Dunai Vasmű 52D minőségjelű, $s = 20$ mm vastagságú acéllemezen, majd a Voest Alpine X80TM ($s = 20$ mm, $R_e > 560$ N/mm²) és a QStE690TM ($s = 15$ mm, $R_e > 690$ N/mm²) minőségű, termomechanikusan hengerelt acéllemezein végeztük. A hegesztéshez a Böhler Schweissttechnik 1,2 mm átmérőjű tömör huzalelektrodát használtuk.

Az alkalmazott keverék védőgáz Corgon 18, amely 82% Ar- és 18% CO₂-tartalmú.

A hegesztőberendezés egy – 1987-ben a Budapesti Műszaki

Egyetemen üzembe állított – Rekar-IGM gyártású Limat RT 280–6 típusú robot, amely védőgázos fogyóelektródás ívhegesztő eljárással dolgozik.

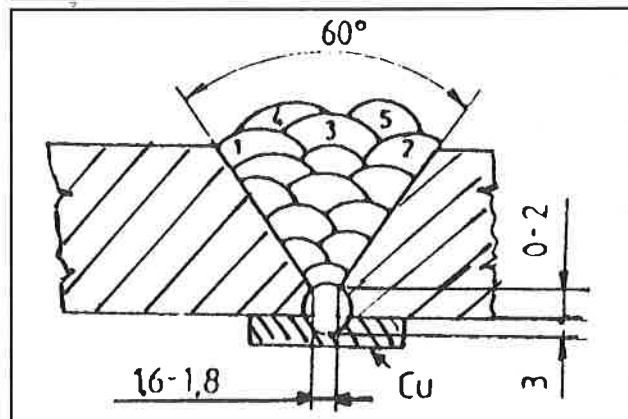
Hegesztéstechnológia

A hegesztés során arra törekedtünk, hogy a hegesztett kötésben az alapanyag szövetszerkezetéhez hasonlóan finomszemcsés szerkezetet hozzunk létre. Ehhez úgynevezett nagy sebességű, kis hőbevitelű hegesztést alkalmaztunk. A varrat kis keresztmetszetű varratsorokból, több rétegből épül fel úgy, hogy az egyes varratsorok az alattuk lévőket áthőkezeljék. Ezáltal biztosítható az, hogy a varrat primer dendrites szövet helyett szemcsefinomított szerkezetű legyen. A technológiai paramétereket, a varratsorok elrendezését és elkészítésük sorrendjét úgy kell meghatározni, hogy az új varratsor hőhatásöveze az alatta lévő primer dendrites szövetet újrakristályosítsa. Az előmelegítés helyett a lehetséges sebesség csökkentésére a szabályozott hegesztési hőbevitel szolgál. A varratsorok olyan időrendben követik egymást, hogy az egyes sorokra akkor kerüljön a következő, amikor annak hőmérséklete 150°C-ra hűlt le. Ezek a feltételek egy kötött hegesztéstechnológiát kívánnak, ami elsősorban gépesített hegesztéssel valósítható meg, ugyanakkor megvan az az előnye, hogy az alapanyag tulajdonságainak megfelelő minőségű kötés hozható létre előmelegítés nélkül.

A hegesztés során az egyes varratsorok hőmérsékletét Testo Therm 2256-1 típusú tapintó hőmérővel, NiCr–Ni–szondával mértük. Példaként egy, az X80TM acéllal készített hegesztett kötés kialakítást, valamint a technológiai paramétereket az 1. ábrán és az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat. V-kötések hegesztéstechnológiai paraméterei

Varratsor	Feszültség (V)	Áram (A)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/cm)	Közbső hőmérséklet (°C)
1	24,5	220	38	8,4	91
2	25	225		8,8	115
3	24,5	220		8,4	145
4	24,5	220		8,4	142
5	24,5	200	29	10,1	138
6	25	210		10,9	132
7	24,5	200		10,1	138
8	24,5	200		10,1	148
9	25	205		10,6	140
10	24,5	200		10,1	150
11	24,5	200		10,1	143
12	24,5	205		10,4	135
13	27,5	260	38	11,2	150
14	27,5	260		11,2	150
15	27	270		11,4	150
16	27,5	270		11,6	–



1. ábra. A többirétegű V-kötés

* TU Wien, TVFA

** BME MTAI

Kötésvizsgálatok

A hegesztett kötések az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

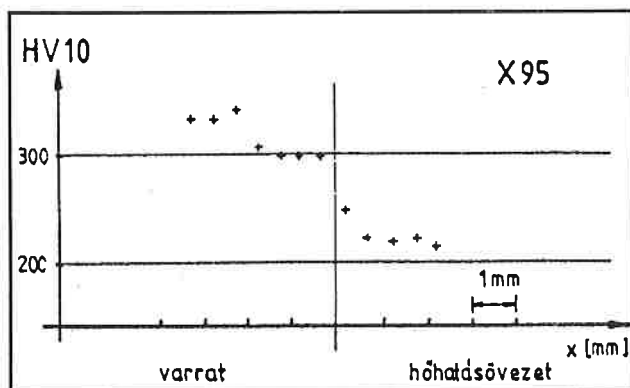
- szakítóvizsgálat,
- hajlítóvizsgálat,
- keménységmérés,
- szövetszerkezeti vizsgálat,
- ütővizsgálat,
- fajtájos törési munka és bemetszés kinyílás (NOD) meghatározása bemetszett próbatesteken,
- statikus és dinamikus törésmechanikai (COD, J integrál) vizsgálatok.

A hagyományos vizsgálatok gyakorlatilag egy – a szokásosnál szélesebb körű – technológia-vizsgálatot jelentettek.

A szilárdság és az alakváltozó képesség mérőszámainak meghatározásához a hegesztett kötésekben keresztirányú, a teljes kötést tartalmazó, valamint a varratfémből hosszirányú szakítópróbatesteket munkáltunk ki. A helyes hegesztőanyag-választással a megkívánt szilárdsági tulajdonságok minden esetben megvalósultak.

A kötésekben kivett keresztirányú csiszolatokon Vickers-eljárással keménységeloszlást mértünk és ellenőriztük a szövetszerkezetet. Az alapanyag szövetszerkezete, a termomechanikusan kezelt acélokra jellemzően, igen finomszemcsés (13-as szemcsenagyság). A varratokra is a finomszemcsés szerkezet volt a jellemző, míg a hőhatásövezetben bizonyos mértékű szemcsedurulás következett be. Az alapanyag perlit-szegény, ferrites szövete a hőhatásövezetben vegyes bainites szövetté alakult át.

A keménységmérés eredményeit a 2. ábra szemlélteti.



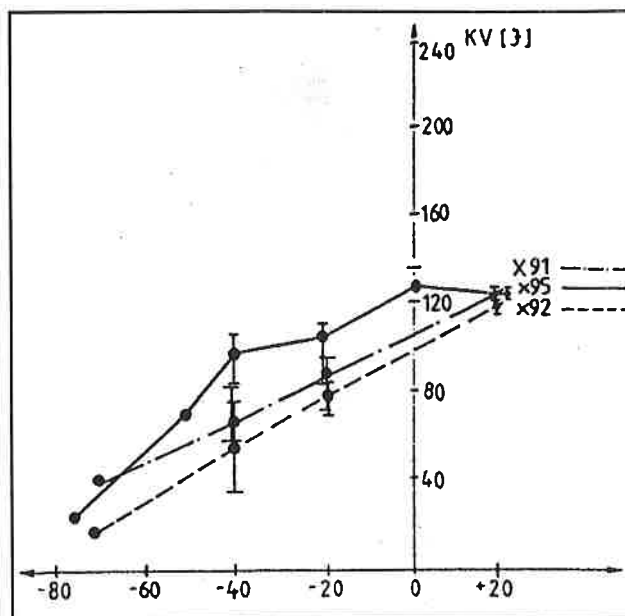
2. ábra. Hegesztett kötés keménységmérési eredményei

Az ütővizsgálatnál teljes hőfoktartományra kiterjedő ellenőrzést végeztünk (+20...-70°C). Az összehasonlítás alapja minden esetben a teljes görbe jellege volt, átmeneti hőmérsékletet nem határoztunk meg, tekintettel az ezt kijelölő minimálisan megkövetelt energiaszint egyértelműen még el nem fogadott értékére.

A szívósság szempontjából egyaránt kedvezőtlen az, ha a varratok közötti hőmérséklet 20°C, illetve 270°C, azaz a varrat lehűlt, illetve túlhevült. Kedvező, ha megvárjuk, hogy a köztes hőmérséklet 150°C legyen, de nem engedjük tovább hűlni a munkadarabot. Ez az egyes varratok beolvadási mélységével és az általuk áthőkezelt övezet méretével van összefüggésben.

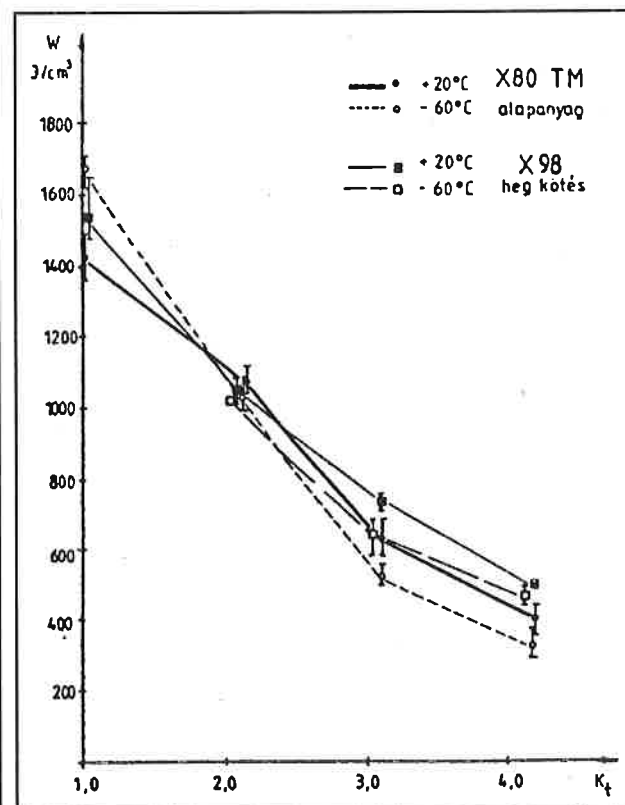
A 3. ábrán ismét az X80TM alapanyag hegesztett kötésein mért értékeket ábrázoltuk. Az X91 jel a 20°C-os, az X92 jel a 270°C-os, az X95 jel a 150°C-os varratok közötti hőmérsékletet jelenti.

Mivel a teljes körű eljárásvizsgálat megfelelő eredményt hozott, további törési, törésmechanikai és fázisvizsgálatokat végeztünk. Ezzel az alapanyag és a varrat tulajdonságainak ellenőrzése és összehasonlítása volt a célunk, mivel a kötésnek e részei a már ismert okból eltérő elven biztosítják az adott szilárdsági kategóriát. Bemetszett szakítópróbatesteken a törési munka meghatározásával arra kerestünk választ, hogy mekkora az a feszültség-koncentráció, ahol a rideg törés veszélye megjelenik.



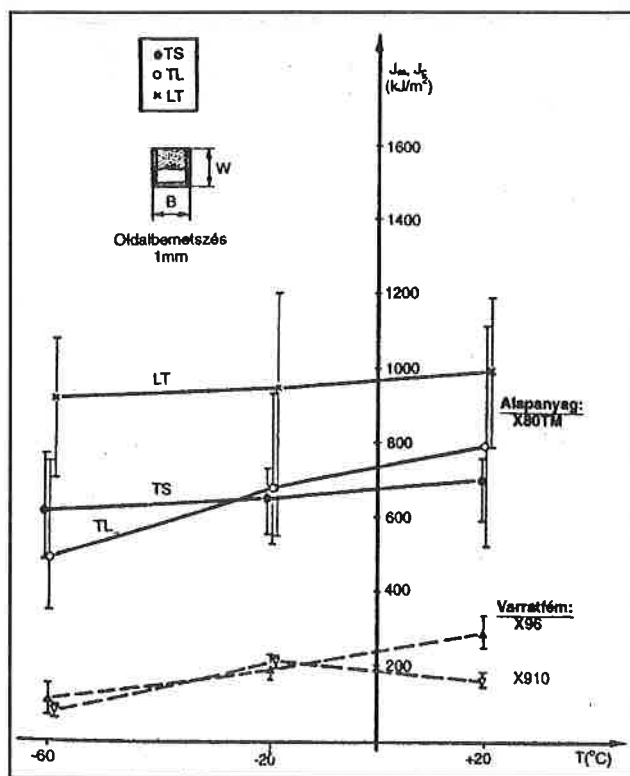
3. ábra. Hegesztett varratok ütőmunka-hőmérséklet diagramjai

A fajtájos törési munka meghatározásához használt próbatesteknél a geometriai kialakítást úgy határoztuk meg, hogy a feszültségkoncentrációs tényező (K_t) rendre 1 (sima próbatestek); 2,15; 3,1; 4,2 (bemetszett próbatestek) legyen. Az eredményeket diagramban ábrázoltuk (4. ábra). Az ábra mutatja, hogy a feszültség-koncentráció növekedésével milyen mértékben csökken a töréshez szükséges munka. Ugyanakkor azt is megállapítottuk, hogy még a legalacsonyabb értékek esetén is a törés jelleg szívós maradt. Az alapanyag tulajdonságait összevetve a hegesztett varrat tulajdonságaival egymást gyakorlatilag teljesen átfedő görbéket találunk. Ez azt jelenti, hogy a varrat tulajdonságai ebből a szempontból is egyenértékűek az alapanyagéval (4. ábra), mivel a mi esetünkben alkalmazott legélesebb bemetszésnél is szívós viselkedést



4. ábra. Alapanyag és hegesztett kötés fajtájos törési munkája

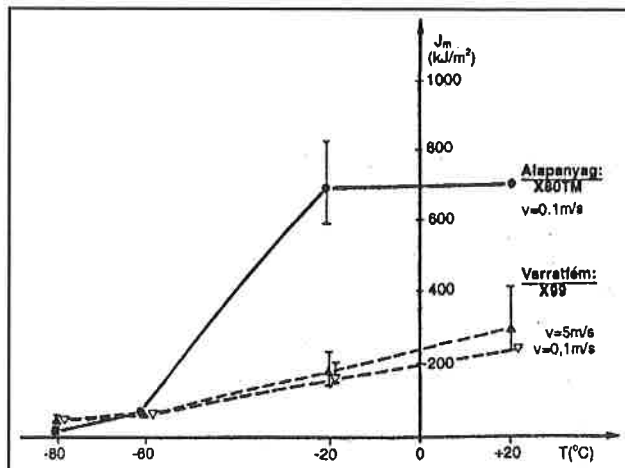
tapasztaltunk. Következésképpen levonhattuk, hogy csak igen éles, repedés jellegű bemetszésnél várható instabil repedéssterjedés.



5. ábra. Statikus törésmechanikai vizsgálatok eredményei

Az instabil repedéssterjedés körülményeinek ellenőrzésére statikus és dinamikus törésmechanikai vizsgálatokat végeztünk előrepszett, oldalbemetszett 3PB próbatesteken. Az 5. ábra a statikus, a 6. ábra a dinamikus vizsgálatok eredményeiből a J integrál értékeit mutatja. Mindkét esetben látható, hogy a varratfém számszerű értékei lényegesen alacsonyabbak, mint az alapanyagé, mely az eltérő szövetszerkezet és a varrat magasabb ötvöztöttségével függ össze. Ugyanakkor statikus módszerrel egyáltalán nem sikerült instabil repedéssterjedést előidézni,

dinamikus módszerrel is csak -80°C vizsgálati hőmérsékleten tapasztaltuk ezt a jelenséget.



6. ábra. Dinamikus törésmechanikai vizsgálatok eredményei

Összefoglalás

Az eddigi eredmények alapján az alábbi megállapításokat tehetjük:

- Előzetes tapasztalatok hiányában ilyen típusú acélok hegesztéséhez a hagyományos technológiai paraméter és hőbevitel meghatározása egyfajta közelítést jelenthet, de semmiképpen nem pótolja a konkrét acéllal végzett hegesztéstechnológiai kísérletet.

- A termomechanikus alakítással létrehozott nagy szilárdságot és jó szívósságot biztosító finomszemcsés szövetszerkezet szemcsedurulása megelőzhető, de figyelmet kell fordítani az előzetes alakítás mértékére a hőhatásövezetben várható szemcsedurulás megelőzésére.

- A hegesztési technológia kidolgozása során a lehűlési idő alsó és felső határértékére kell figyelemmel lenni. Ez általában az eddigi megszokottnál kisebb hőbevitelt és viszonylag nagy hegesztési sebességet jelent. Ezzel együtt megnő az előírt technológia betartásának, a technológiai fegyelemnek a szerepe.

- A varratfém szilárdsága és szívóssága Ni-ötvöztetésű huzallal, a megfelelő hőbevitellel és közbelső hőmérséklettel biztosítható.

Mikroszerkezet-változások hatása a mágneses jellemzőkre*

Dr. Dévényi László – Dr. Hidasi Béla**

Tanszékünk egyik fő kutatási profilja a fémek szerkezeti anyagokban bekövetkező folyamatok megismerése, detektálása, és a szerkezetváltozásból adódó tulajdonságváltozások mértékének becslése, illetve meghatározása. Leggyakoribb cél az egyes szerkezeti elemek további felhasználhatóságának megítélése vagy esetleges konkrét káresemény okainak felderítése.

Kiemelten foglalkozunk az erőművekben alkalmazott ötvözetekkel. Tulajdonságaik megítéléséhez a felhasználók többnyire praktikus és egyszerűnek látszó kérdésekre várnak – lehetőleg konkrét és jól definiált paraméterhalmazból álló – válaszokat. Ilyenek például a károsodás mértéke, az élettartam-szilárdság, a maradék élettartam. Az általában többféle és egymást is átfedő átalakulási folyamatok felismerése egyrészt szerteágazó vizsgálati technikát igényel, másrészt még a domi-

náns folyamatok okozta változások értelmezése is sokszor bonyolult feladatot jelent a kutatók számára. Kézenfekvő módon erős az érdeklődés a diagnosztikai és minőségbiztosítási rendszerek fejlődésével párhuzamosan – a minél kisebb roncsolással járó és lehetőleg folytonos vagy kvázifolytonos állapotellenőrzési lehetőségek iránt.

A röviden károsodásnak értékelhető folyamatok klasszikusnak nevezhető mechanikai és metallográfiai vizsgálati módszerei gyakorlatilag e műfaj teljes spektrumát átfogják. Ezek többségét annak ellenére elterjedten alkalmazzák, hogy a szokásos vizsgálati körülmények durván különböznek az alkalmazás során fellépőktől, és a vizsgált anyag-jellemzők változása legfeljebb tendenciájukban vehető össze a felhasználás szempontjából lényegi, de többnyire igen költségesen és hosszadalmasan meghatározható paraméterekkel. A vázoltak ellenére mi is mérünk, illetve felhasználunk ilyen hagyományos vizsgálati módszereket.

Konkrét szerkezeti elemek vizsgálatánál elengedhetetlen az igénybevitel módjának vizsgálata (mechanikai, termikus, kémiai, tribológiai, villamos, vegyes stb.), és a várható, vagy ténylegesen megjelent károsodások mértékének elemzése.

* Előadásként elhangzott a Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológia és Anyagszerkezettani Intézetének 25 éves jubileuma alkalmából rendezett tudományos ülése, 1996. május 24-én.

** MTAI Villamosipari Anyagtechnológia Tanszék

A magas hőmérsékleten igénybevett anyagok esetén már igen nehezen detektálható kicsiny mikroszerkezet-változások is döntően befolyásolják a mértékadó tulajdonságokat. Emiatt fontosnak tartjuk ezek mérését, a változások kimutatási lehetőségeivel való foglalkozást. Ilyenek például a fázisok, közöttük precipitátumok és karbidok azonosíthatósága, méretük és eloszlásuk vizsgálata. A károsodási folyamat, illetve a maradék élettartam elegendő pontosságú becsléséhez ezen jellemzőknek az igénybevétel módjától és időtartamától való függését ismerni kell.

Tanszékünkön az utóbbi évek pályázati fejlesztéseinek eredményeképpen mind az optikai, mind az elektronsugaras mikroanalizátor feltétellel ellátott pásztázó elektronmikroszkópiái, képelemzési, valamint a mérésadatgyűjtési lehetőségek korszerűnek tekinthetők.

A diagnosztikai lehetőségek fejlesztése területén az előző években többféle, a kúszási maradék alakváltozás folyamatos mérésén alapuló eszközt, és annak eredményeit értékelő rendszert építettünk. Ezen a területen jelenleg alapvetően a károsodás során bekövetkező mágneses tulajdonság-változásokat kutatjuk, de más anyagjellemzők (pl. a karakterisztikus termofeszültség) igénybevétel-függésének megállapítására is folytatunk adatgyűjtést.

Az erőművi ötvözetek anyagai elég távol vannak a termodinamikai egyensúlyi állapottól, alapvetően az attól való eltérés a mikroszerkezet-változások hajtóereje. A különböző fázisok és kúszási igénybevételek a változásokhoz további hajtóerőt szolgáltatnak. Ez az összetett folyamat a teljes szerkezetre vonatkozó mágneses jellemzők kisebb-nagyobb mértékű változását eredményezi. A mérendő mágneses paraméter kiválasztását leginkább az befolyásolja, hogy melyiknek a mérése valósítható meg könnyebben, lehetőleg geometriától függetlenül, és esetleg roncsolásmentesen. A karakterisztikus termofeszültség változásának információ-tartalma csak a folytonos fázis-változásra (oldódás-kiválás) vonatkozik. A címben vázolt témakörbe illő kutatási tevékenységünk eredményei erősen tömörítve a következőkkel jellemezhetők:

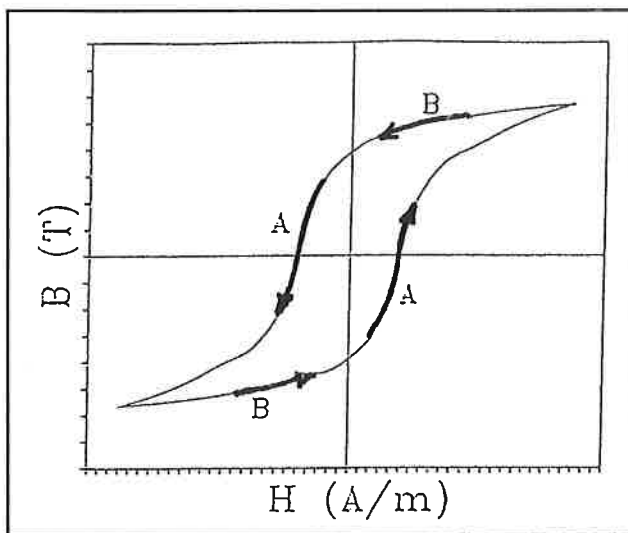
A mágneses keménység (H_c koercitív erő) minden eddigi tapasztalatunk szerint igen erős szerkezet-érzékenységet mutat, mégpedig:

- Folytonosnak tekinthető szerkezetváltozás esetén a H_c változása monoton.

- A szóbajöhethető mérési módszerek közül választható olyan, amely viszonylag egyszerű, jól reprodukálható, és eredménye független a próbatest geometriájától.

- Az eddig vizsgált anyagoknál a H_c értéke néhány A/cm nagyságú, és így a még jól mérhető intervallumba esik.

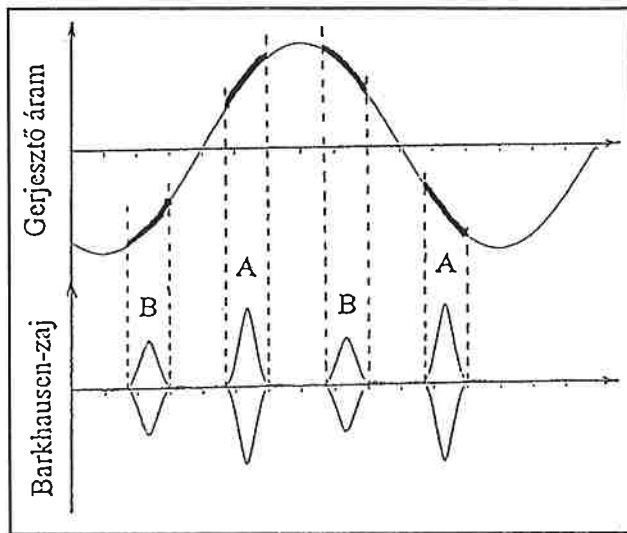
- Az alkalmazott konkrét mérési módszertől, valamint a gerjesztés frekvenciájától függően a mért H_c jellemezheti a minta teljes térfogatát, vagy csak a behatolási mélységnek megfelelő réteget.



1.a. ábra. Tartományok a hiszterézis görbe mentén ahol Barkhausen-zaj létrejöhet.

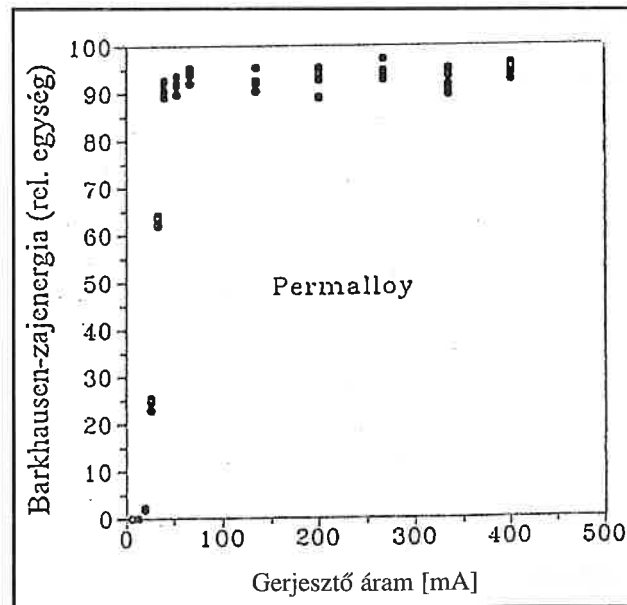
(A) – irreverzibilis fázisváltási tartomány
(B) – doménfal-keletkezési tartomány

A Barkhausen-zaj (BZ) jellemzők anyagszerkezet-függésének kutatásában eredményeink nemzetközi viszonylatban is újszerűek, érdeklődést felkeltőnek bizonyultak. A doménfalak mozgásából származó fluxusváltozások egy megfelelő érzékelőben sztohasztikus zajfeszültségeket keltenek. A minta periódikus mágnesezése során az irreverzibilis fázisváltásoknak megfelelő télerősség-tartományokban a zajfeszültség hullámcsomagok formájában jelentkezik (1. a.-b. ábra). Ezen fázisváltás (és így a detektálható zajfeszültség) igen érzékenyen függ a mikroszerkezet állapotától. A zajspektrum klasszikus – sokak által használt és könnyen mérhető – jellemzője a négyzetes középérték (RMS). Használatának hátránya, hogy összemossa a spektrum finomabb jellemzőit, emellett erősen függ a gerjesztőtér nagyságától, és így rendkívül nehézé teszi a reprodukálhatóságot.

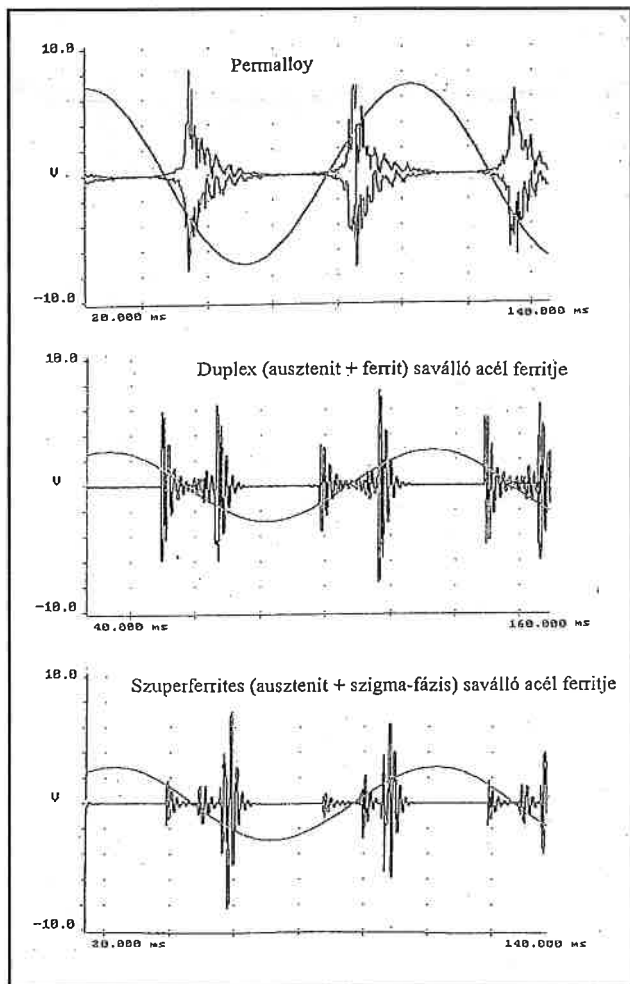


1.b. ábra. A szinuszos változású gerjesztőáram és csoportokba rendeződött Barkhausen-ugrások elrendeződésének jellege

Mi a zajspektrum komplex vizsgálatára törekedtünk, és így az általunk kidolgozott új mérési eljárással mód van a Barkhausen-zaj energiájának (BZE) meghatározására. Ebből, illetve a teljesítményspektrumból származtathatók a szerkezetváltozásokra jellemző, célszerűbb paramétereket vezettünk be. Mintegy 15 speciális átalakulási folyamatra bizonyítottuk és más összehasonlító mérésekkel (pl. Mössbauer spektroszkópia) igazoltuk a módszer hatékonyságát. Külön kiemelkedő



2. ábra. A Barkhausen-zajenergia a gerjesztőáram függvényében (Permalloy lemezen rögzített mérőfej esetén)

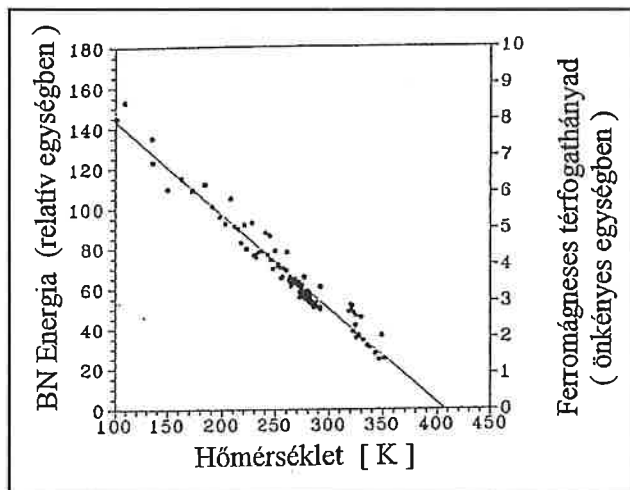


3. ábra

előnyként jelentkezik, hogy a zajspektrumból a koercitív erő is jó közelítéssel meghatározható, és emellett a roncsolásmentességi kíváncsalom is ezzel a módszerrel valósítható meg a legkönnyebben.

A 2. ábrán látható példával próbáljuk értékelni, hogy a BZE telítés-be megy, és ekkor gyakorlatilag függetlenné válik a gerjesztéstől. Ez praktikus módon lehetővé teszi, a minimális gerjesztési igény meghatározását.

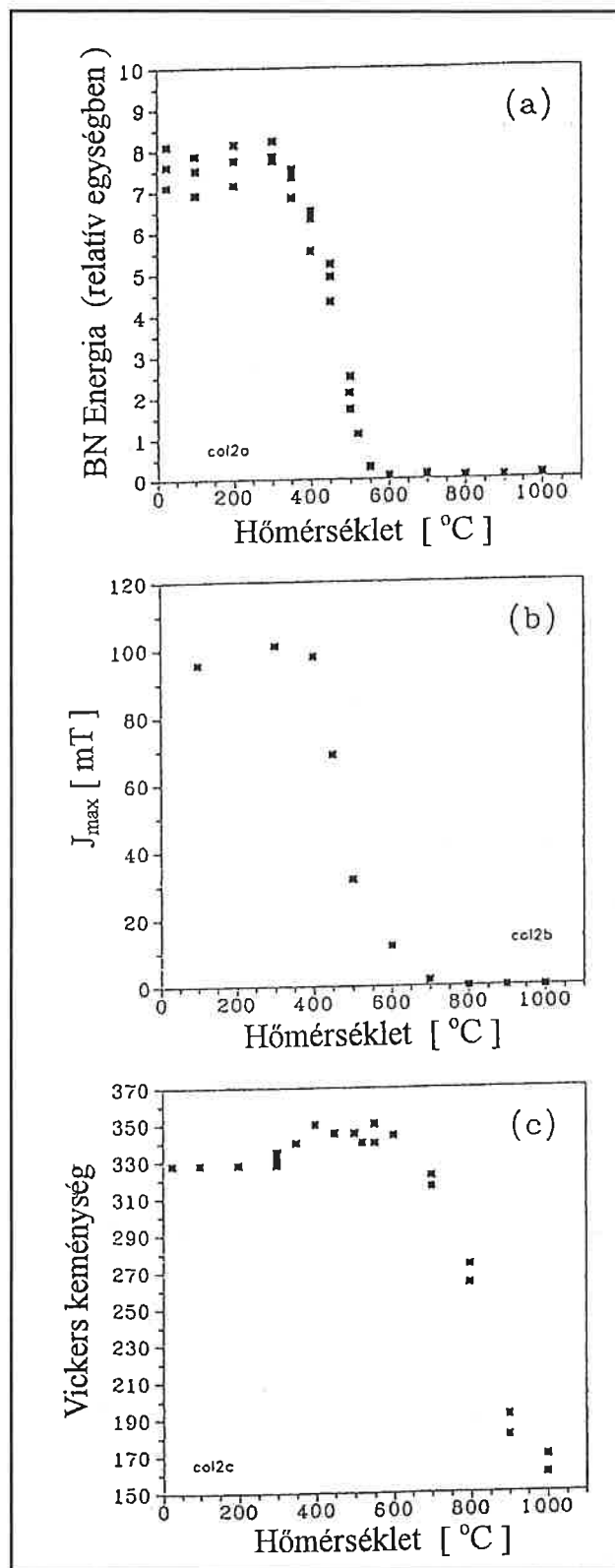
A 3. ábrán jellegzetes Barkhausen-zaj – idő függvények láthatók. A csoportokba rendeződött zajimpulzusok helyzete a szinuszos gerjesztés időjele alapján határozható meg.



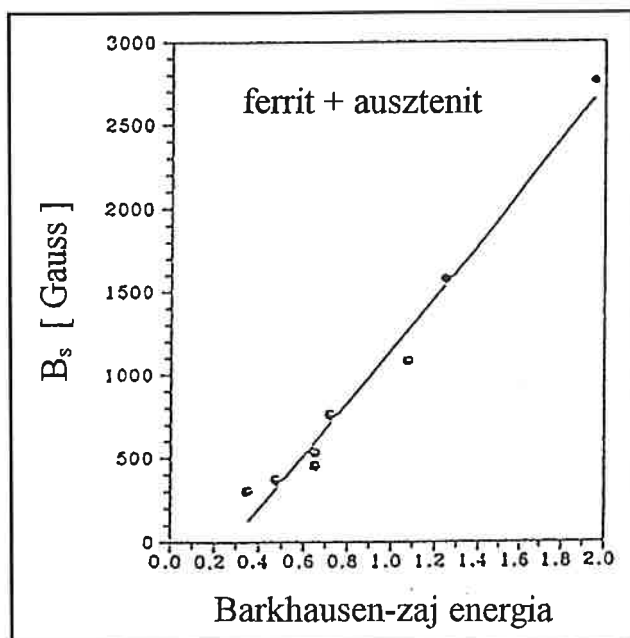
4. ábra. Fázisok relatív térfogataránya

Végezetül példaként néhány – más módszerrel nehezen mérhető – eredmény bemutatásával próbáljuk a módszer hatékonyságát szemléltetni.

A 4. ábrán egy Fe-36 1%Ni ötvözetben a ferromágneses fázis relatív térfogatarányának hőmérsékletfüggését, illetve az ehhez kapcsolódó BZE változását követhetjük nyomon.



5. ábra. Speciális megújulási folyamat, mágneses és mechanikai tulajdonságok



6. ábra. A ferromágneses fázis B_s és MNE mágneses jellemzői közötti kapcsolat

Érdekes, az ausztenites átalakulás finomabb részleteire utaló példát mutat az 5. ábraszorozat. Csak röviden értelmezve: előfordulhat, hogy a domináns mágneses és mechanikai keménységváltozást okozó mikroszerkezet-változások egymástól eltérőek. Itt a folyamatot reprezentáló „lágyulási” görbékből látható, hogy a mágneses tulajdonságok (Barkhausen-energia, telítési polarizáció) megújulása a 350–600°C, a mechanikai keménységé (HV) pedig a 600–1000°C hőmérséklet-tartományban zajlik le.

Duplex (ferrit-ausztenit) Fe-22%Cr-9%Ni-3%Mo acél különböző hőkezelési állapotokban a nehezen mérhető telítési indukció (B_s), mint a ferromágneses fázis térfogatarány jellemzője és a BNE közötti kapcsolat látható a 6. ábrán.

Rövid összefoglalónkban megpróbáltunk ízelítőt adni Tanszékünk egy nemzetközi viszonylatban is érdeklődést kiváltott, és megítélésünk szerint eredményes kutatási területéről. Eredményeit az erőművi ötvözetek károsodásának elemzésében, maradék élettartamának becslésében, és néhány esetben regenerálási technológiák kidolgozása kapcsán használtuk fel.

A témakörben megjelent fontosabb tanszéki publikációk:

J. Ginsztler, I. Mészáros, B. Hidasi, L. Dévényi: Magnetic Testing Methods of High Temperature Steels. CAPE '93, 2nd International Colloquium Ageing of Materials and Life Assessment, 29. March–2. April 1993. Stellenbosch, Republic of South Africa. The International Journal of Pressure Vessels and Piping, 59. (1994) 271–273.

Ginsztler J., Hidasi B., Mészáros I.: Mágneses mérések fém-diagnosztikai alkalmazásának lehetőségei. Magyar Energetika 1993/1. p. 45–48.

Ginsztler J., Mészáros I., Káldor M., Hidasi B.: Acélok termikus fáradásának mágneses vizsgálata. Kohászati Lapok, 1993/9. p. 317–319.

I. Mészáros, J. Ginsztler, M. Káldor, B. Hidasi: Investigation of the effect of thermal shock fatigue on magnetic Barkhausen-noise. ICMFM-XII. International Colloquium on Mechanical Fatigue of Metals, March 10–12, 1994. Miskolc.

L. Dévényi, I. Mészáros, J. Ginsztler: Barkhausen Noise Analysis of Stainless Steels. International Institute of Welding, Commission IX, Working Group „Creep”, Annual Meeting, 02–03. 06. 1994, Instituto de Soldadura e Qualidade in Lisboa, Lisboa, Portugal.

I. Mészáros, L. Dévényi, B. Hidasi, J. Ginsztler, K. A. Leich: Magnetic testing of structural changes of power plant steels. 33rd Annual Conference of Metallurgists, Toronto, Canada, 22–25. August 1994. Materials Performance, Maintenance and Plant Life Assessment. The Metallurgical Society of The Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, 1994., pp. 145–151.

I. Mészáros, M. Káldor, J. H. Potgieter: The influence of microstructure on the magnetic Barkhausen-noise. EUROMAT '94, Balatonszéplak, 30. May–1. June 1994. Proc.: pp. 95–99.

I. Mészáros, B. Hidasi, M. Káldor: Magnetic investigation of structural changes of power plant steels. Int. Conf. Materials for Advanced Power Engineering, Liege, Belgium, October 3–6, 1994.

J. Ginsztler, I. Mészáros, L. Dévényi, B. Hidasi, J. H. Potgieter: Magnetic investigation of stainless steels. FAILURES '94. International Symposium, Johannesburg, 22–24. June 1994. Int. J. of Pressure Vessels and Piping 61 (1995) pp. 471–478.

I. Mészáros, M. Káldor, B. Hidasi: Micromagnetic Testing of Strain Induced Martensite in Austenitic Stainless Steel. MC95 International Metallurgy, Colmar, France, 10–12. May 1995.

Mészáros I., Káldor M., Hidasi B., Vértes A., Czákó-Nagy I.: Ausztenites saválló acélban alakítás hatására keletkezett martenzites fázisok vizsgálata mikromágneses módszerrel és Mössbauer-spektroszkópiával. Bányászati és Kohászati Lapok, Vaskohászat, 1995/7–8, pp. 253–257.

I. Mészáros, M. Káldor, B. Hidasi, A. Vértes, I. Czákó-Nagy: Micromagnetic and Mössbauer-Spectroscopic Investigation of Strain Induced Martensite in Austenitic Stainless Steel. Journal of Materials Engineering and Performance (ASM International). Megjelenés alatt.

Tartson velünk az őszi programjainkon!

• INTERTOOL

Nemzetközi Szakkiállítás, Bécs – szeptember 24–27.

• Új generációs röntgengépek és számítógépes magnoinduktív vizsgálatok

Grimas szimpózium és kiállítás, Budapest – október 10.

• MTQ Minőségbiztosítás és Anyagvizsgálat

Nemzetközi Szakkiállítás, Dortmund – november 12–15.

Kérje bővebb tájékoztatónkat!

Az Ön partnere az anyagvizsgálatban

GRIMAS Ipari Kereskedelem

Telefon: 277-4470 • Fax: 276-0557

Csípőcsont-szár felszínbevonatos optikai feszültségvizsgálata

Dr. Borbás Lajos* – Dr. Thamm Frigyes* – Dr. Hagymási Miklós** – Dr. Prof. Krakovits Gábor**

Előszó

Bármely életkorban, de elsősorban idősebbeknél baleset vagy betegség következtében kialakuló combnyak-törés műtéti helyreállítása még napjainkban is komoly feladatot jelent az operációt végző orvos, orvoscsoporthoz számára. Bár a műtéti technika, a rendelkezésre álló műszaki segédeszközök, a beépítésre kerülő protézisek jelentős fejlődése tapasztalható, a beavatkozást végző sebésznek számos nehézséggel kell megküzdenie. Ezek közé sorolandó az emberi szervezet „egydi” felépítése, vagyis az a tény, hogy méretében, kialakításában, struktúrájában két egyforma eset nem létezik, tehát az konkrét orvosi problémát, adott esetben a törött csípőcsont pótlását a rendelkezésre álló típus- és méretválasztékból kell megoldani.

A vizsgálatok célja volt műszaki szempontból segítséget nyújtani az orvos számára, az emberi femurszárhoz beépített, majd (szimulált) tényleges terhelésnek alávetett, különböző típusú protézisek hatására a csípőcsont-száron kialakuló tényleges igénybevételek feltárásával.

Az itt bemutatott biomechanikai vizsgálatok egyértelműen alátámasztják az orvosi, mérnöki interdiszciplináris területeken végzett kutatások fontosságát, valamint az ilyen, és hasonló jellegű együttműködések iránti igény szélesedését.

A mérőberendezés felépítése és a vizsgálati darabok előkészítése

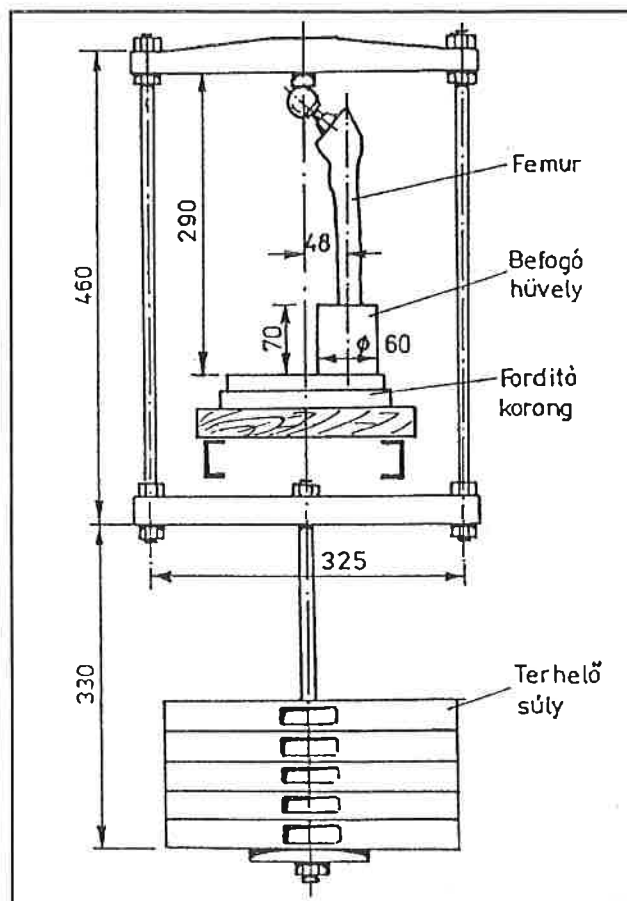
A vizsgálat számára a femurszárak alsó, levágott végeit befogás céljára gipsztestbe ágyaztuk, amit az öntőformának használt fémcsővel együtt helyeztünk a terhelő keretbe. A vizsgálatot súlyterheléssel végeztük. A vizsgálatához alkalmazott terhelő keret vázlatát az 1. ábra mutatja. A femurszárakra a vizsgálat céljára mintegy 2 mm vastag, a femurszárakon formázott, optikailag aktív epoxi-réteget ragasztottunk.

A vizsgálati eredményeket a polarizációs optikai berendezés megfigyelő helyére rögzített videokamera segítségével rögzítettük, az optikai feszültségvizsgálati kép színes monitoron való egyidejű megjelenítésével. A teljes vizsgálóberendezés felépítése a terhelő-keretben rögzített femurszárral, a polarizáskóppal és a képrögzítő berendezéssel a 2. ábrán látható felülnézetben.

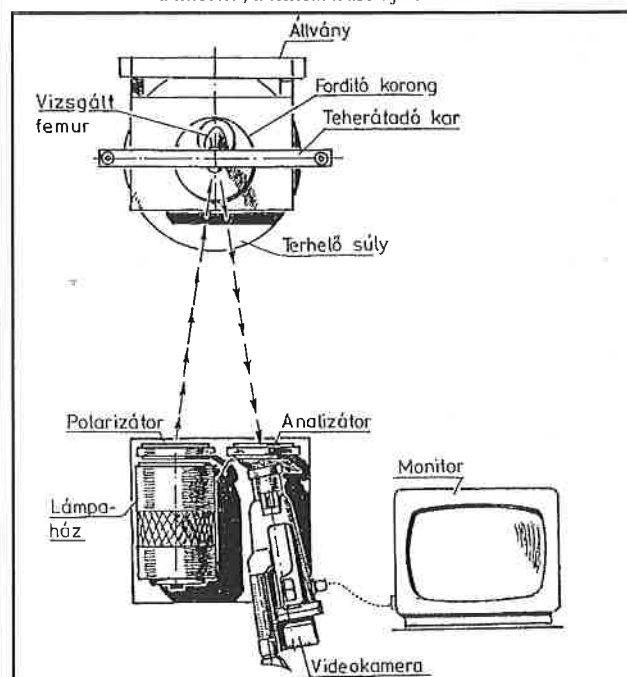
A femurszárak felszínét fotoelasztikus mérőbevonattal láttuk el, a vizsgálóréteg femurszárra történt formázásával. A mérőbevonattal a teljes rendelkezésre álló szabad felszínt beborítottuk, az epoxi gyanta bevonatot saját anyagából készített, tükrösítő részecskéket tartalmazó ragasztóval rögzítettük a csontok felszínén.

A femurszár felszíni pontjainak azonosítására a vizsgált szárat vonalhálózattal láttuk el. Az alkalmazott hálózat vonalainak helyzetét és jelöléseit a 3. ábra mutatja. Az alkotóirányú vonalakat a mediális síktól (0°) mért szöggel jellemeztük, míg az egyes keresztmetszeteket jellemző vonalakat az ép femurfej felső érintőjétől mért távolsággal definiáltuk. Mivel a protézisek gömbjének átmérője az ép femurfejénél kisebb volt, ezeknél a 70 mm-es keresztmetszetnek a femurfej középpontjától 47 mm-re levő keresztmetszetet tekintettük, és ettől kezdve mértük 20 mm-enként az átmérőket. Négy különböző femurszárat a vizsgálat közül a 4. ábrán mutatunk be.

A vizsgált femurfejek adatait az 1. táblázatban állítottuk össze. Mivel a felszíni réteget a már protézissel ellátott femurszárakra ragasztottuk, a



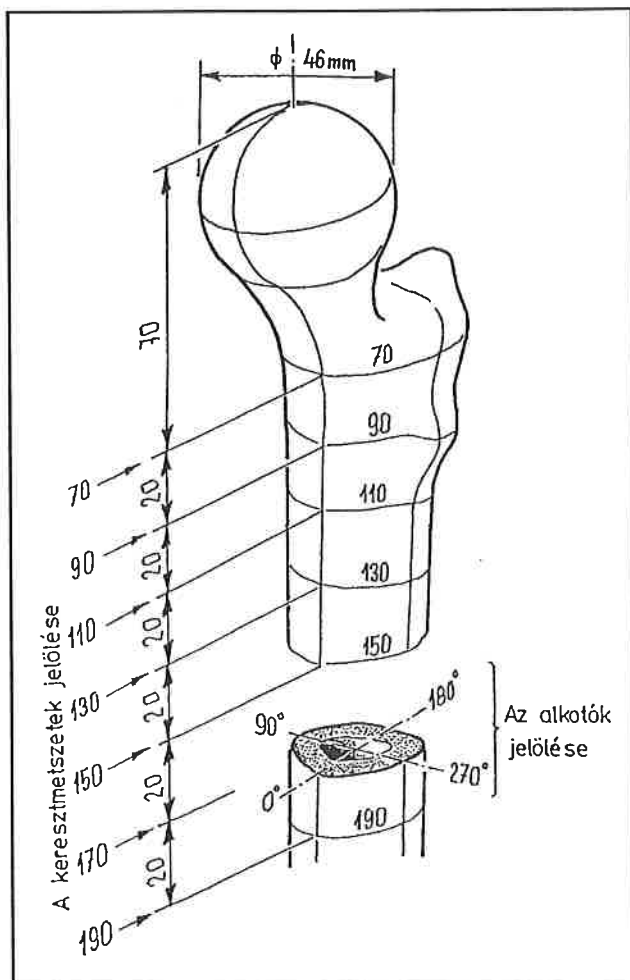
1. ábra. Terhelőkeret vázlata femurszárak vizsgálatára, a befogás, a méretek, a terhelőadatok jelölésével.



2. ábra. A teljes vizsgálóberendezés felépítése a polarizált fénymenet feltűntetésével, valamint a vizsgálatra alkalmazott képrögzítő felszerelés.

* Budapesti Műszaki Egyetem

** Szt. János Kórház



3. ábra. Vonalhálózat felépítése femurszárok felszíni pontjainak azonosítására.



4. ábra. Négy vizsgálatra előkészített femurszár a felragasztott bevonatokkal, valamint a mérőhálózattal

terhelési kísérlet a protézis beverésének hatására keletkező maradó feszültségi állapotot nem érzékelt. Ennek vizsgálatára azokról a femurokról, amelyekben a protézist mechanikailag (csak beveréssel) rögzítették, a maradó feszültségi állapotot a protézis eltávolítása útján tettük láthatóvá. Azokat a femurokat, melyeknél ez a vizsgálat lehetséges volt, az I. táblázatban kereszttel jelöltük.

I. táblázat. A vizsgált femurfejek jelölése, típusa, valamint a végzett vizsgálat adatai.

Sor-szám	A protézis			A protézis rögzítésének módja	Terhelő erő [N]	A maradó alakváltozás vizsgálata a protézis eltávolítása útján
	Típusjele	Alakja	A páciens			
1	KR	egyenes	fiatal nő	beverés	735,5	+
2	KR	egyenes	idős nő	beverés	735,5	+
3	Mm	íves	—	ragasztás	735,5	—
4	Mm	íves	—	beverés	735,5	+
5	MY	egyenes	—	ragasztás	735,5	—
6	ép femur protézis nélkül				612,9	—

A mérési eredmények

A vizsgálat során a színsávok ábráit vettük fel, oly módon, hogy a Tanszék B 030 típusú, Vishay gyártmányú reflexiós polarizskópján keresztül visszavert polarizált fényben vizsgáltuk a femurok felszíni réteggel ellátott részeit. A polarizskóphoz, a megfigyelő helyén, a 2. ábrán bemutatott módon, videokamerát csatlakoztattunk, így a terhelés hatására kialakuló színes sávrendszer videomonitoron keresztül figyeltük, illetve videoszalagra rögzítettük.

A vizsgálat során a reflexiós polarizskóp három megkülönböztetett polarizátor állását alkalmaztuk:

a) keresztezett állás, amikor is a „sötét” színsávok az egész számú m rendszámot mutatták.

b) párhuzamos állás, amikor is a „sötét” színsávok a fél és egész számú többszöröseinek megfelelő m rendszámot mutatták.

c) 45°-os állás (ezt a vizsgálati polarizációs szűrő helyzetet az 1. jelzésű femur maradó igénybevételeinek meghatározásánál alkalmaztuk), amely az 1/4 értékű rendszámokat mutatta.

Mivel a színsáv-ábrák a spektrum teljes színekészletén végighaladó színes sávok képében jelentkezték, a rendszám egész számú értékeként a kékből a bíborba való átcsapás úgynevezett érzékeny színéhez tartozó vonalat tekintettük. Az itt elmondottak figyelembevételével térképeztük fel az egyes femurok külső felszíneit, és rajzoltuk azokat, a színsáv-eloszlásnak a femurszár mentén síkban való kiterítésével. A síkba terített módon történő felvételt könnyítette meg a terhelő berendezés 1. ábrájában is berajzolt „fordító korongja”, ami a vizsgálat alatt teljes fordulatú körülfordulást tett lehetővé. Egy jellegzetes színsáv-eloszlás síkban kiterített rajzát az 5. ábra mutatja. Az 5/a. ábrán látjuk a normál terhelés hatására kialakuló igénybevételről rajzolt eloszlást. Az 5/b. ábrán mutatjuk be a mérést követően eltávolított protézis hatására mutatott nyúlásképet, amiből az ún. maradó deformáció (feszültség) határozható meg.

A színsáv-ábrákat nyúlás-értékekre hitelesítettük, oly módon, hogy a femuroknál alkalmazott bevonati rétegekből készített bevonati csíkot ismert terhelésű és méretű kalibráló próbatestre ragasztottunk, és az ott észlelt színsáv értékeket az ismert geometriával és terheléssel kiértékeljük. A hitelesítési értékeket a II. táblázat tartalmazza.

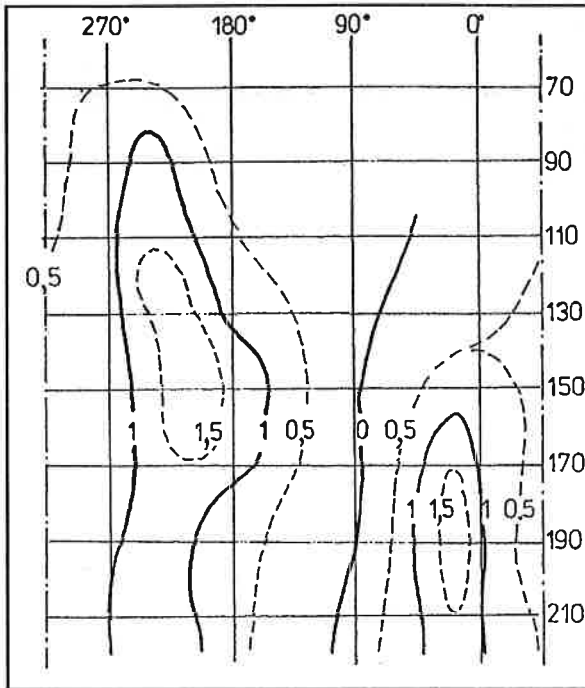
II. táblázat. Az alkalmazott felszíni vizsgálórétegek hitelesítési adatai

Sorszám (az I. táblázatnak megfelelően)	Rétegvastagság v [mm]	Nyúlásoptikai tényező $S_e = [\text{nyúlás}/\text{rendszám}]$
1, 2, 3, 4	2,2	$1,04 \cdot 10^{-3}$
5, 6	2,1	$1,02 \cdot 10^{-3}$

A femurszárok nyúlási és feszültségi állapotának értékelése

A kapcsolat az m rendszám, és az alakváltozási állapot főnyúlásainak $(\epsilon_1 - \epsilon_2)$ különbsége között:

$$(\epsilon_1 - \epsilon_2) = S_e \cdot m \quad (1)$$



5/a. ábra. A 2. jelzésű femur síkba kiterített színsáv ábrája, teher: $F = (75 \text{ kg}) = 735,5 \text{ N}$

Ahol S_e a felszíni réteg nyúlásoptikai tényezője.

Az alakváltozási állapotból a feszültségállapotot a főfeszültség-különbségek ($\sigma_1 - \sigma_2$), a rugalmassági modulus (E) és a Poisson-tényező (ν) ismeretében a (2) összefüggés alapján határozhatjuk meg:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \frac{E}{1 + \nu} (\epsilon_1 - \epsilon_2) = \frac{E}{1 + \nu} S_e m \quad (2)$$

Miután a feszültségállapot a femurszárbán jó közelítéssel egytengelyűnek tekinthető, így a $\sigma_1 - \sigma_2$ ott egyenlővé tehető az alkotó irányú főfeszültséggel.

A (2) összefüggésben szereplő E a csontszövet anyagainak rugalmassági modulusa, míg a ν Poisson-tényező szerves anyagokra általában 0,4 körüli értékben határozható meg.

A terhelés során nyert feszültségoptikai képek kiértékelésének nehézségét ezúttal az okozta, hogy a vizsgálati darabok E értékét mérni nem tudtuk, és a rendelkezésre álló szakirodalomban is igen eltérő értékeket találtunk. A nehézség feloldására közvetett utat választottunk, amely egyben lehetőséget adott különböző életkorú egyedekből származó csont-szegmensek E modulusainak közelítő meghatározására is. Az eljárás menetét az alábbiakban mutatjuk be:

A kísérlet során alkalmazott terhelés módját a 6. ábra szemlélteti. Az ábra alapján a femur szárának terhelése nyomás és hajlítás. A femurszáruk keresztmetszetét első közelítésben körgyűrűnek felvéve (melynek külső átmérője korábbi számításaink alapján 26 mm, belső átmérője 13 mm), a femurszár keresztmetszeti területe $A = 398 \text{ mm}^2$, másodrendű nyomatéka a hajlítás tengelyére $I = 21\,030 \text{ mm}^4$.

Az ép femurszárbán egytengelyű feszültségállapot lép fel, melynek értéke a (3) összefüggés alapján:

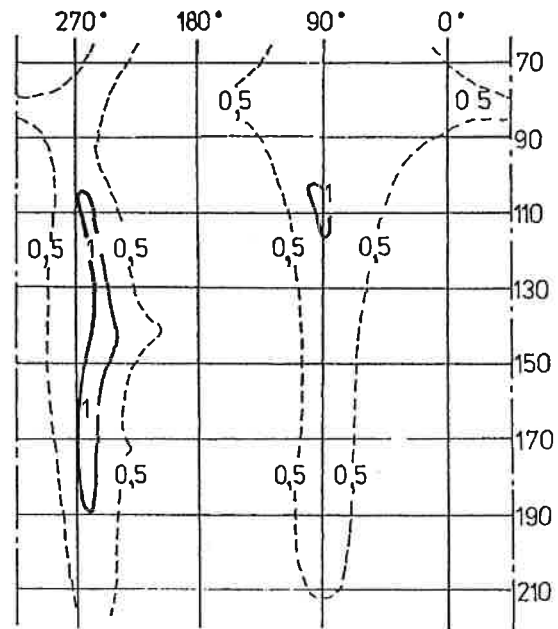
$$\sigma = -\frac{M}{I} y - \frac{F}{A} = -F \left(\frac{ky}{I} + \frac{1}{A} \right) \quad (3)$$

ahol az y az idealizált keresztmetszet súlypontjától a keresztmetszet vizsgált pontjához mért távolság, a 7. ábra jelöléseinek alkalmazásával.

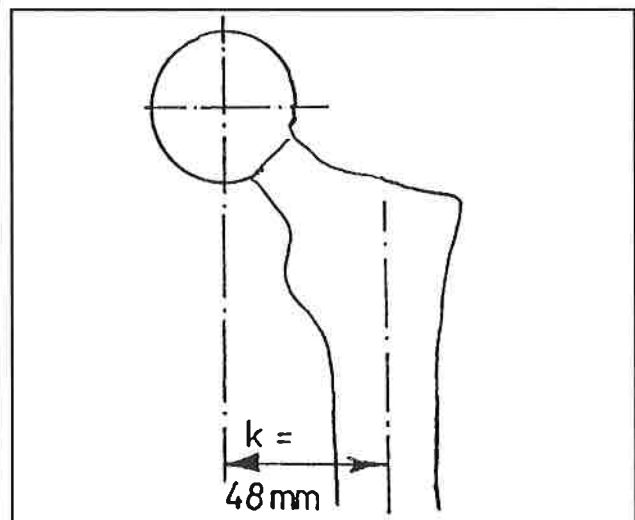
A legnagyobb nyomófeszültség a femurszár mediális síkban levő alkotója mentén ébred ($y = D/2$), melynek értéke a (4) összefüggés felhasználásával határozható meg.

$$\sigma_0 = -F \left(\frac{kD}{2I} + \frac{1}{A} \right) \quad (4)$$

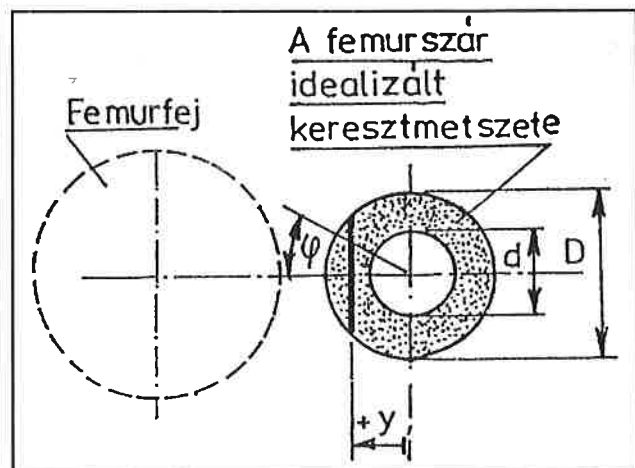
A (3) valamint (4) összefüggések hányadosa a következő formulát eredményezi:



5/b. ábra. A 2. jelzésű femur maradó feszültségének méréséhez felvett síkba kiterített színsáv-ábra, a protézis eltávolítását követően.



6. ábra. Femurszár terhelési módja



7. ábra. Femurszár súlypontjának és terhelési középpontjának geometriai adatai.

$$\Phi = \frac{\sigma}{\sigma_0} = \frac{\frac{ky}{I} + \frac{1}{A}}{\frac{kD}{2I} + \frac{1}{A}} \quad (5)$$

A hányados tehát független az F terhelő erő nagyságától. Az aktuális A , I , és D értékeket behelyettesítve:

$$\phi = 7,0917 \cdot 10^{-2} y + 7,8074 \cdot 10^{-2} \quad (5a)$$

adódik; ez y -ra megoldva $y = 14,101\phi - 1,101$ [mm]. Tekintettel arra, hogy a kiterített színsáv-ábrák a főfeszültség különbségét nem az y -koordináta, hanem a:

$$\phi = \arccos 2y / D \quad (6)$$

ívkoordináta függvényen adták meg, átszámítottuk ϕ értékét az $s = R^* \phi$ koordinátára. Itt, mivel $\pi/2$ ívnek az eredeti ábrán $s_0 = 25$ [mm] ívhossz felel meg, az $s_0 = R^* \pi/2$ összefüggésből:

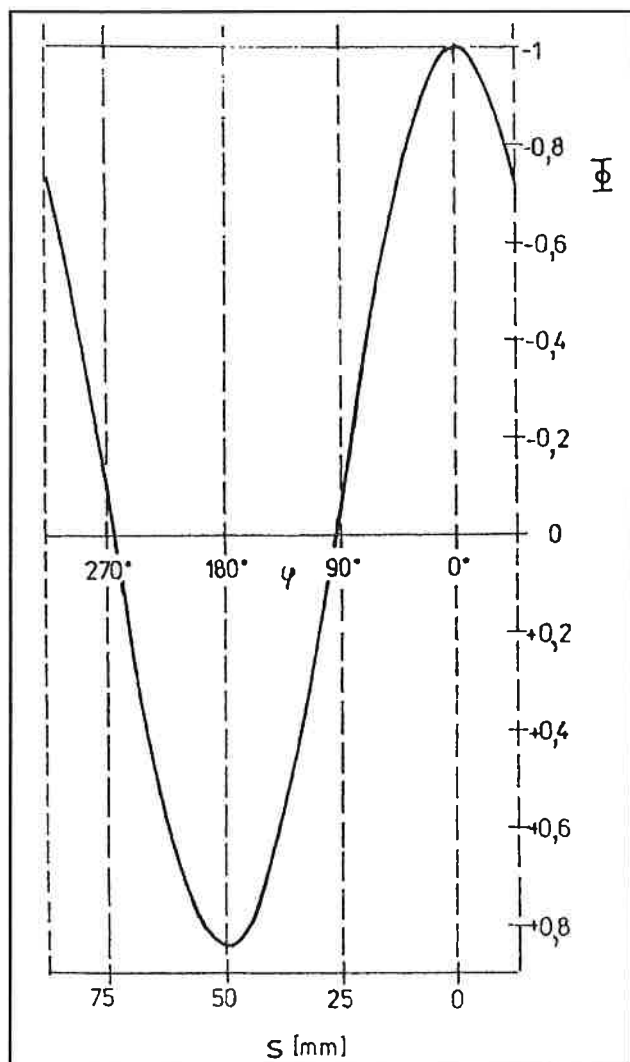
$$R^* = (2 / \pi) \cdot 25 = 15,915 \text{ [mm]} \text{ adódik.}$$

A konkrét számértékeket behelyettesítve:

$$s = R^* \cdot \phi = 15,915 \arccos [2(14,101\phi - 1,101) / 26] \text{ [mm]} \quad (7)$$

A (7) függvény értelmezési tartománya: $1 < \phi < -0,84384$

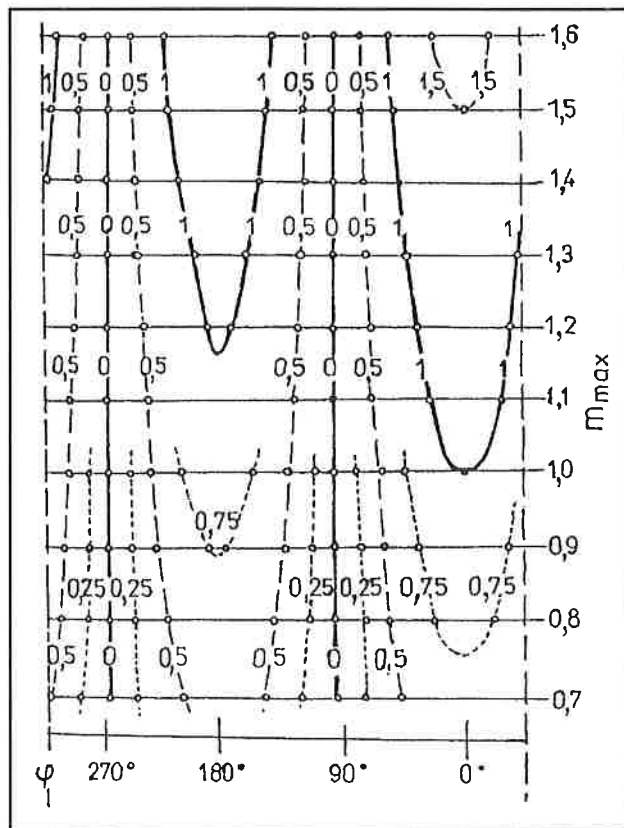
Az így értelmezett, az idealizált geometria esetén a feszültségeloszlásra jellemző függvényt a 8. ábrán mutatjuk be.



8. ábra. Az idealizált feszültségeloszlásra jellemző $s = R^* \phi$ függvény érvényességi határai.

Az eloszlásnak a színsáv-ábrákkal való összehasonlítását a femurfejtől 170 mm-re levő keresztmetszetben végeztük el, mert feltételeztük, hogy a fej és a protézis zavaró hatása ilyen távolságra már elhalt.

Megkerestük az s azon értékeit, ahol (7) összefüggés egész számú vagy félszámú értékeket ad. Ezt elvégeztük különböző m_{max} értékek esetére, és az egész, fél – egyes esetekben $1/4$ – rendszámoknak megfelelő alkotókat kijelöltük. Az említett eljárás eredményét a 9. ábrában foglaltuk össze.



9. ábra. s azon értékeinek meghatározása, ahol különböző m_{max} értékekre negyed, fél és egész rendszámokhoz tartozóan metszékét ad.

Miután σ_0 értéke $F = 735,5$ N terhelő erő (az 1...4 minták) esetén a (4) összefüggés szerint: $\sigma_0 = -23,67$ MPa, míg $F = 612,9$ N alkalmazott terhelő erő esetén: $\sigma_0 = 19,72$ MPa.

A feszültségre vonatkoztatott S_σ optikai tényezőt úgy kapjuk meg, hogy a fenti értékeket elosztjuk az m_{max} értékével.

A függvény a mediális síkban fekvő alkotó mentén $m_{max} = 1$ értéket ad. Más hitelesítési értékre történő átszámításhoz az adott esetben kiadódó m_{max} értékével a függvényértékeket egyszerűen meg kell szorozni.

Mindezen túlmenően a (2) összefüggés felhasználása lehetőséget ad arra is, hogy abból tájékoztató értéket kaphassunk a kortikális csontszövet rugalmassági modulusára. A főfeszültség-különbség ugyanis:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = S_\sigma m \quad (8)$$

Ezt az összefüggést a (2)-be visszahelyettesítve és rendezve kapjuk:

$$E = (1 + \nu) \frac{S_\sigma}{S_\epsilon} \quad (9)$$

Az eloszlásnak a színsáv-ábrákkal való összehasonlítását a femurfejtől 170 mm-re levő keresztmetszetben végeztük el, mert feltételeztük, hogy a fej és a protézis zavaró hatása ilyen távolságra már elhalt.

A feszültségre vonatkoztatott S_σ optikai tényezőt úgy kapjuk meg, hogy a fenti értékeket elosztjuk az m_{max} értékével.

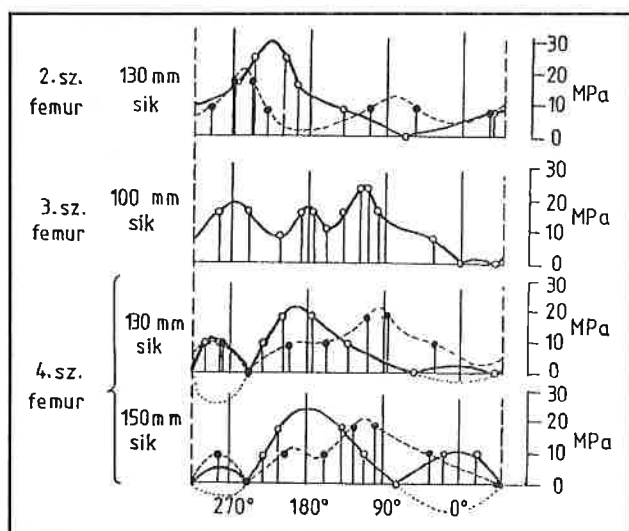
Az m_{max} , S_σ és E értékeit a vizsgált femurok esetében a III. táblázatban foglaltuk össze:

III. táblázat. Az m_{max} , S_σ és E értékei a vizsgált femurok esetében

Femur száma	Terhelő erő F[N]	m_{max}	S_σ [MPa/rendszer]	E [MPa]
1	735,5	0,7	33,81	$4,55 \cdot 10^{-4}$
2		1,5	15,78	$2,12 \cdot 10^{-4}$
3		1,5	15,78	$2,12 \cdot 10^{-4}$
4		1,4	16,91	$2,27 \cdot 10^{-4}$
5		1,5	15,78	$2,16 \cdot 10^{-4}$
6	612,9	1,6	12,32	$1,65 \cdot 10^{-4}$

Femurszárok összehasonlító elemzése

A III. táblázat S_σ feszültségoptikai állandóját alapul véve megrajoltuk a feszültség eloszlását egyes olyan körök mentén, ahol a színsáv-ábra nagyobb rendszám értékeket mutatott. Ezeket a görbéket a 2, 3, és 4 jelzésű femurokra a 10. ábrán mutatjuk be. Azoknak a femuroknak az esetében, amelyeknél sikerült a protézist kiszedni a femurszárból, megrajoltuk a kiemelés hatására felszabaduló maradó feszültség eloszlását is. Példaként bemutatunk néhány, feszültségre értékelte, síkban kiterített eloszlást az ábrán.



10. ábra. A 2, 3 és 4 jelzésű femur számszerűsített feszültségeloszlása különböző magassági síkokban a terhelés hatására (o), valamint a protézis eltávolítását követően (•).

Összefoglaló értékelés és megjegyzés a különböző típusú femurszárok vizsgálati eredményeivel kapcsolatban:

a) A színsáv-ábrából közvetlenül nem határozható meg a feszültségek előjele (húzás vagy nyomás). Ugyanakkor a femurszárnak a fejtől távoli szakaszán (kb. 150 mm-es sítól kezdődően) a feszültség alkotóirányú, oly módon, hogy a mediális alkotó környezetében nyomás, a distalis alkotó környezetében húzás lép fel. Itt a feszültségeloszlás annál kedvezőbb, minél jobban megközelíti a 8. ábrán bemutatott ideális eloszlást. Egyes esetekben a kerület húzott és nyomott részét „0” rendszámú színsáv választotta el. Itt az egyik szakaszon pontosan megrajoltuk a feszültségeloszlás tükörképét, ezáltal bemutatva és érzékeltetve a feszültségeloszlás folytonosságát (pl.: 10. ábra, 4. sz. femur).

b) A fej közvetlen környezetében (90 -es magassági vonal) a feszültségeloszlást a femurszár és a protézis között fellépő palástnyomás határozza meg. Ott a feszültség szükségképpen gyűrűirányú húzás. Itt a teher, valamint beverés hatására keletkezett maradó feszültségek egyirányúak, tehát értékeik algebrailag összeadható.

c) A palást köztes szakaszán (100...140 mm) a feszültségeloszlás nagyság és irány szerint helyről helyre változik. Itt a teher hatására, valamint a beverés hatására létrejött feszültségeloszlás nem szuperponálható algebrailag, külön-külön vizsgálandó.

d) Szakirodalmi adatok szerint a kortikális csontszövetének tönkremenetele $\sigma_B = 110...190$ MPa feszültség hatására következik be. Méréseink alapján a legnagyobb fellépő feszültség a 90 mm-es síkban a teher és a protézis beverésének hatását algebrailag összegezve $\sigma = 40$ MPa érték alatt marad, tehát a kísérletek alkalmából a csontszövet szilárdságát – figyelemmel a statikus igénybevételre – egyik alkalommal sem használtuk ki.

Az itt bemutatott mérés technikai interdiszciplináris területen, multi-diszciplináris alkalmazással szemlélteti az egyes tudományterületek egymásba és egymásra épülését, jó példáját mutatja az orvosi, mérnöki, biológiai tudományok egyre szorosabb kapcsolatának.

Megjegyzés

Az összehasonlító felszíni rétegbevonatos optikai feszültségvizsgálati méréseket a *Protetím Orvostechikai Üzem* felkérése alapján végeztünk, ép és különböző típusú csípőprotézissel ellátott femurszárokon.

A vizsgált femurokat a *Szt. János Kórház Traumatológiai Osztálya* bocsátotta rendelkezésünkre. A méréseket a *Budapesti Műszaki Egyetem Közlekedésmérnöki Kar Gépelemek Tanszéke* eszközeivel a *Kaliber Műszer és Méréstechnikai Kft.* Rózsafa utcai telepén végeztük.

ÚJ TECHNIKAI ÁTTÖRÉS:

akkumulátor üzemű

• JÁRÓMÁGNES

• UV-LÁMPA

– kitűnő fényerő

– szabványos térerő

– 6–8 óra üzemidő

– 2000 óra élettartam

Nincs többé a hálózathoz kötve!

Az Ön partnere az anyagvizsgálatban

GRIMAS Ipari Kereskedelem

Telefon: 277-4470 • Fax: 276-0557

Betonszerkezetek helyszíni vizsgálata

Az elkészült betonszerkezetek minőségének ellenőrzéséhez, vagy állapotának időszakos ellenőrzéséhez ma már könnyen kezelhető, korszerű vizsgálóeszközök állnak rendelkezésünkre, amelyekkel ez a feladat roncsolásmentesen elvégezhető.

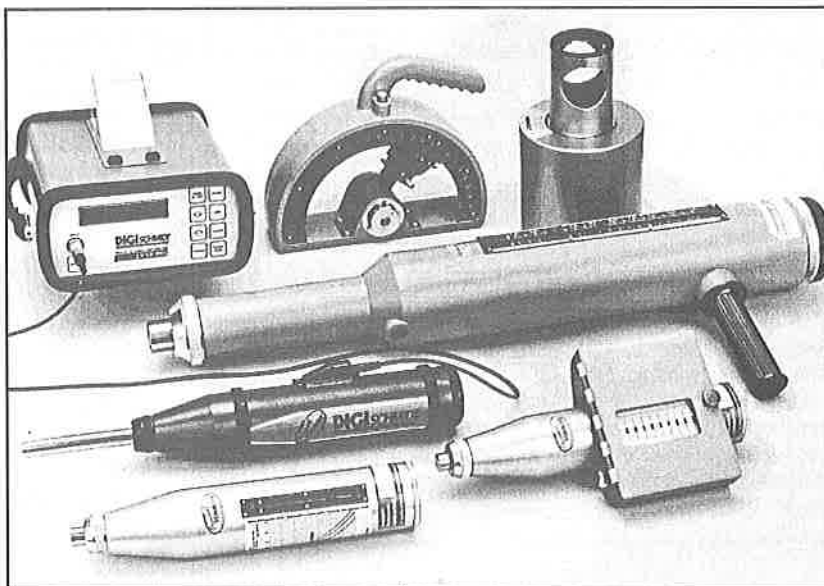
A **Schmidt-kalapács** a beton keménységének, nyomószilárdságának ellenőrzésére a legáltalánosabban alkalmazott, egyszerű vizsgálóeszköz. Segítségével a beton szilárdsági osztályba sorolása gyorsan elvégezhető. Használatának módját és a vele mért értékek érvényességét számos nemzetközi szabvány tárgyalja.

A készülék ütemi energiájának változtatásával (ütőtest és rugóerő) széles mérési tartományban alkalmazható és különböző feladatokra alkalmas – a mellékelt fényképen látható – készülécsaládot fejlesztett ki a Proceq SA. svájci cég.

Valamennyi modell működési elve azonos: a beton felületére meghatározott energiával ütést mérő kalapács visszapatтанási értéke a beton keménységének, illetve szilárdságának a függvénye.

A Schmidt-kalapács egyszerű alap kivitele skálaleolvasású, de kapható mechanikus írószerkezettel ellátott kivitelű is.

A minőségbiztosítás korszerű követelményeit az elektronikus **Digi-Schmidt** változat elégíti ki, amely a mérési adatok egyszerű feldolgozására, tárolására és kinyomtatására alkalmas kivitelű és az RS 232 kimenetével PC-hez csatlakoztatva a teljes körű mérési adatfeldolgozás elvégezhető.

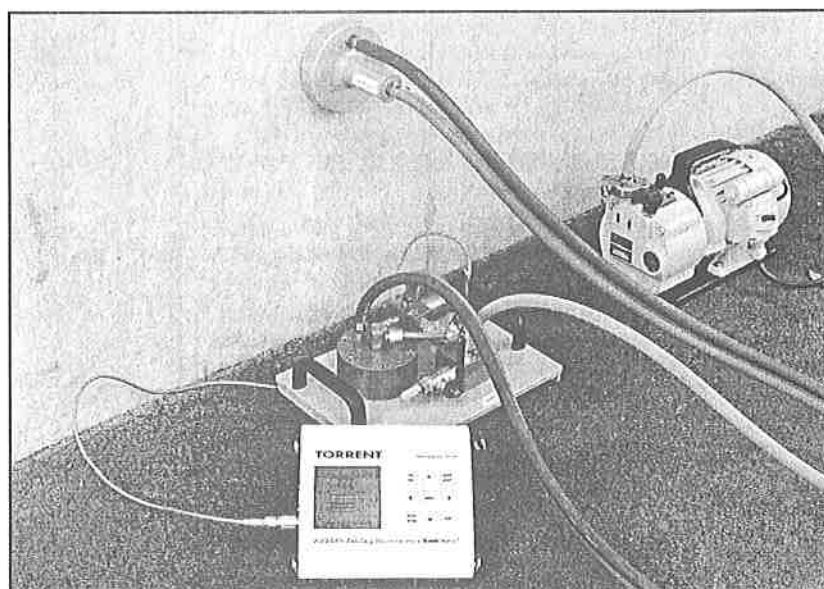


A **Profometer 4** – betonvas-bemérő, mint negyedik generációs mérőeszköz, már magába foglalja a mérési adat-tárolás és -feldolgozás lehetőségét is. Segítségével feltérképezhető a betonba ágyazott vasháló szerkezete – akár több szintű –, mélységi elhelyezkedése, megmérhető a beton fedőréteg vastagsága és a betonvas átmérője. Használatát megkönnyíti a nagy méretű LCD-monitor, amelyen a működési utasítások és a mérési adatai megjelennek. Továbbá a betonvas-követő, amely tájékoztatja a kezelőt a vizsgálófej betonvashoz közeledő vagy távolodó mozgásáról, illetve hang- és fényjelzést ad, ha a vizsgálófej a betonvas fölé ért. Ebben a helyzetben a készülék automatikusan megjegyzi a vas feletti betonréteg vastagságát. Egy gombnyomással vizuálisan megjeleníthető a készülék képernyőjén a vasalat x-y méterskálával és a fedőréteg, illetve az adatok közvetlenül kinyomtatathatók PC nélkül is. A macróval ellátott diskette biztosítja az egyszerű adatátvitelt a PC EXCEL táblázatába az adatok további feldolgozásához.

A **Profometer 4** mérőeszközzel ellenőrizhető a vasbeton szerkezete tervrajz szerinti

kivitelezése, illetve pótolhatók az elveszett rajzok, vagy dokumentálható a tényleges helyzet.

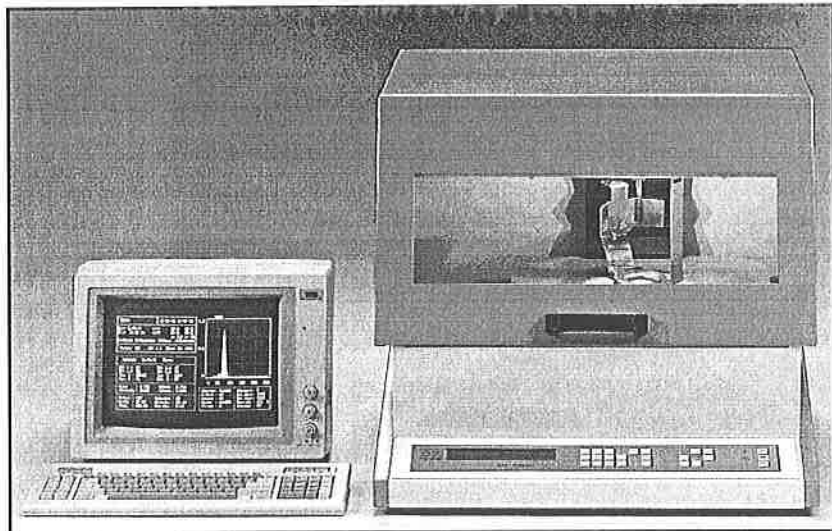
A **permeabilitás-mérő** a Torrent-módszerként ismert ún. kettős vákuumkamrák elven működik. Segítségével – a nyomásnövekedés időbeni változásának mérésével – gyorsan és roncsolásmentesen meghatározható a helyszínen a beton gázáteresztő képességének kT értéke, amely a beton tartósságának jellemző tulajdonsága. A mérés időtartama 2–12 perc, a beton permeabilitásától függően. A mérés nedves betonon is elvégezhető, ha kiegészítés képpen, a készülék tartozékával megmérjük a beton villamos ellenállását (ρ) is. A száraz betonon mért kT érték, illetve a nedves betonon mért kT és ρ értékpár alapján a beton minőségi osztályba sorolása is elvégezhető. A kezelőbarát menüvel működtethető vezérlő, adatgyűjtő, -értékelő és megjelenítő egység 1 Mb kapacitású tárolójában mintegy 200 mérési hely adatai tárolhatók, és vagy közvetlenül kinyomtatathatók, vagy PC-re átvihetők. A mérőrendszer néhány kg-os egységei hordtáskába csomagoltan könnyen a helyszínre szállíthatók, és a fényképen is látható rendszerbe szerelhetők.



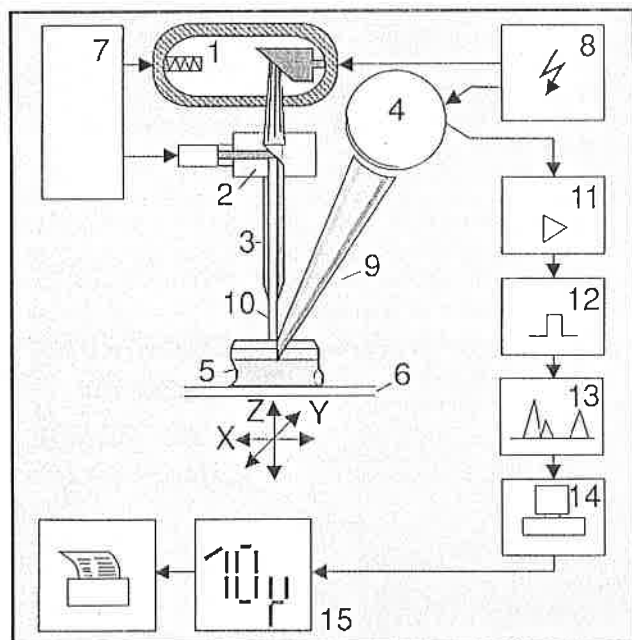
A **Proceq SA** által, az ISO 9001 minőségirányítási rendszer szerint tervezett, gyártott, kalibrált és szervizelt, **korszerű betonvizsgáló készülékeket** hazánkban a **Testor BT. forgalmazza.**

Új, bevonatvastagság-mérő készülék

Az idei Magyar Regula kiállításon az Anyagvizsgálók Lapja Fórumon és a Testor Bt. bemutatótermében üzem közben is láthatták az érdeklődők a Röntgenanalitik Messtechnik GmbH új fejlesztésű **XRF 2000 AT típusú röntgenfluoreszcens betonvastagság-mérő** készülékét. (1. ábra)



1. ábra. Az XRF 2000 AT készülék



2. ábra. Az XRF 2000 AT blokkvázlata

- 1 – röntgenső, 2 – biztonsági zár, 3 – kollimátor, 4 – detektor,
5 – mintadarab, 6 – mintatartó asztal, 7 – vezérlő elektronika,
8 – nagyfeszültségű tápegység, 9 – röntgenfluoreszcens sugárnyaláb,
10 – primér röntgensugár, 11 – mérőerősítő, 12 – A/D átalakító,
13 – analízátor, 14 – számítógép, 15 – kijelző, nyomtató.

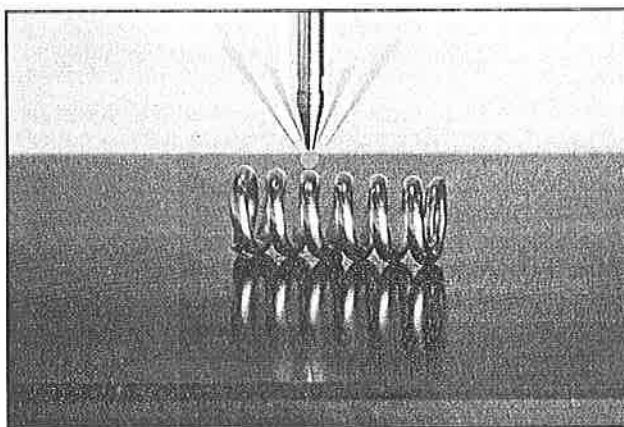
A készülék blokkvázlatát a 2. ábra szemlélteti. A mérési eljárás a minta (5) alap- és bevonatanyagára jellemző karakterisztikus röntgensugárzások (9) intenzitása mérésén (4) alapul, mely sugárzások a beépített röntgensőből (1) kilépő és kollimált (3) primér röntgensugár gerjesztő hatására keletkeznek. A karakterisztikus röntgensugárzás mért (4), erősített (11) és digitalizált (12) jeleit az analízátor (13)

értelmezi, majd a számítógép (14) a sokoldalú szoftver segítségével kiszámítja, megjeleníti, illetve kinyomtatja (15) a mért bevonatvastagság értékeit. A mérési eljárás megfelel az ISO 3497 szabványban leírtaknak.

A készülék alkalmas egy- és többretegű bevonatok vastagságának a meghatározására. A mérés olyan esetekben is elvégezhető, amikor más roncsolásmentes eljárás nem ad kielégítő mérési pontosságot, illetve nem alkalmas a mérésre, például ha az acélon nikkel réteg van. Az ún. kombinált mérési elv alkalmazása azzal az előnnyel jár, hogy a mérési eredmény tág határok között független a mintadarab alakjától és méreteitől, azaz a tárgydetektor távolságtól.

A készülék sokoldalúságát növeli a lézeres beállítószerszkezet (2) és a mérési területet leképező CCD-kamera. Ezen eszközök lehetővé teszik, hogy a kb. 1 mm átmérőjű mérési pontot kis felületű alkatrészen is pontosan, reprodukálhatóan lehessen beállítani (3. ábra).

Nagyszámú alkatrész sorozatméréséhez tartozékként ajánlható a programozható x–y–z tárgyasztal alkalmazása, amellyel automatizáltan elvégezhető az ilyen mérési feladat, nagymértékben csökkentve a kezelőszemély közreműködését. Az asztalvezérlés – az alkalmazás



3. ábra. A mérési hely lézeres kiválasztása.

különböző kombinációinak megfelelően – egyszerűen beprogramozható a fólia tasztatura segítségével.

A készülék számítógépes vezérlésű. Kezelése egyszerű. A könnyen megérthető menü biztosítja a mérések hibamentes végrehajtását. A számítógép egyben a jegyzőkönyvkészítést és a mérési eredmények statisztikai feldolgozását is elvégzi.

A METAL ART Rt. – a volt Állami Pénzverő – telephelyén üzembe helyezett XRF 2000 AT típusú készülék fő felhasználója a galvanizáló üzem, ahol a különböző elektronikai alkatrészek, ékszerek, használati tárgyak, szerelvények bevonatvastagságát határozzák meg. A pontos, roncsolásmentes mérés biztosítja, hogy csak az előírt vastagságú bevonattal ellátott termék kerüljön ki az üzemből. Így a tárgyak élettartama megfelelő, és az esetenként drága bevonóanyagból is csak a szükséges mennyiség kerül felhasználásra. A készülék alkalmas az alapanyagok elemösszetételének a meghatározására, illetve a galvánfürdő összetételének ellenőrzésére is.

P. B.

Új vizsgálati eljárás: a „lock in” termográfia

Mint ismeretes, a **passzív termográfia** a tárgyak által kibocsátott hőhullámokat érzékelve ad képet a tárgyak felületéről, pontosabban néhány mikrométer vastagságú felületi rétegről.

Az **aktív termográfia** módszerrel, amelybe az új eljárás is tartozik, a vizsgált tárgy belsejéből is kaphatunk információkat azáltal, hogy a tárgyat megvilágító villanófény vagy lézersugár-impulzus keltette hőáram behatol a tárgy belsejébe és anyagának hőfizikai jellemzőitől függően terjed, illetve részben visszaverődik a tárgy belsejében lévő és eltérő hőfizikai tulajdonságú képződményekről, mint például levegővel vagy gázzal töltött üreg, repedés, nemfémes zárvány. A visszavert hősugarakkal alkotott képi információ a tárgy belsejének roncsolásmentes vizsgálatát teszi lehetővé.

Az eddig ismert ún. **impulzus termográfia** azonban érzékeny mind a környezetből visszaverődő, mind a vizsgált tárgyból származó különböző hőemissziós zavarokra. Ezért gyakran a vizsgált tárgy felületét feltekertre kellett festeni, illetve nagyobb energia-impulzust kellett alkalmazni, ami a tárgy nemkívánatos felmelegedését is okozhatta.

Az új, **lock in (belső) termográfia** az említett hátrányokat küszöböli ki

azáltal, hogy harmónikusan modulált és visszacsatoltan szabályozott szinuszos hullámmódjával – az Agema gyártmányú Thermovision 900 pásztázó frekvenciájával is szinkronizált – fényforrást használ a vizsgált tárgy megvilágításához. Ezáltal az anyagban terjedő, de a belső hibákról visszaverődő hullámok interferálnak a beeső hullámokkal és egyfajta álló hullámképet alkotnak, amelynek minden egyes, a hőképkalkulátorral detektált képelemének négy fáziskapcsolt pontjának jelamplitúdóját mérik és képezik azok időtartam átlagait. Ezeket a jeleket feldolgozva nyerik a tárgy amplitúdó- és fázisképét, amelyek függetlenek a környezeti sugárzás reflexióitól és az emisszivitás változásoktól.

A lock in termográfiai eljárást az Agema Infrared System, a Stuttgart University és a MTU München kutatóiból alakult csoport fejlesztette ki. Az új eljárással végzett kísérletek során megállapították, hogy a behatolási mélység fordítva arányos a moduláció frekvenciájával. A kifejlesztett berendezés 0,03–3,75 Hz frekvencia-tartományokban működik és segítségével a nemfémes anyagú tárgyakról 3 mm, míg a fémből készültekről 10 mm mélységből nyerhetők információk, hőképek.

(Forrás: Insight, Vol. 37. 1995. 11. p. 860.)

A roncsolásmentes vizsgálatok jelentősége a biztosító társaságok számára

A gépek és a műszaki berendezések állapotának a megítélésénél a roncsolásmentes vizsgálati módszerek szakszerű alkalmazása nélkülözhetetlen. Elsősorban ezek szolgálatják a biztosító társaságok számára a károk korai felismeréséhez, korlátozásához és minimalizáláshoz, illetve a károsodás okainak, az üzemkiesés kockázatának és a maradék élettartam meghatározásához szükséges adatokat.

Az Allianz Versicherungs-AG, amely egyik alapító tagja a német roncsolásmentes vizsgálati társaságnak, a DGZfP-nek, már korán felismerte e módszerek jelentőségét. 1932-ben létre hozta saját anyagvizsgáló bázisát.

Manapság az Allianz-Zentrum für Technik GmbH (AZT) kiterjedten alkalmazza a roncsolásmentes vizsgálatokat. A felületvizsgálatok részaránya 75%, mivel a felületi hibák gyakran vezetnek károsodáshoz. Az ultrahangos vizsgálatok részesedése csaknem 1/3, mivel ezzel a módszerrel nemcsak a belső anyaghibákat tárják fel, vagy pontosan mérik a falvastagságot, hanem a felületi repedések kimutatására is, mégpedig a beépített alkatrészekben azok kiszorítása nélkül.

A helyszíni metallográfia vizsgálatokat gyakran keménységméréssel együtt alkalmazzák a kúszásra is igénybe vett melegsizlárd szerkezeti acélalkatrészek állapotának ellenőrzésére.

Az endoszkópok alkalmazása a közvetlenül nem hozzáférhető felületek vizsgálatához nélkülözhetetlen. Különösen jó tapasztalatokat szereztek az örvényáramos technikával kombinált alkalmazásával. Ez esetben az endoszkóp optikai-mechanikai manipulátorként szolgál. Az endoszkóp vezette örvényáramos szondát csak azután vezetik be, ha előzetesen már az endoszkóppal hibagyánús helyeket találtak, és amelyek optikailag nem értelmezhetők egyértelműen.

A passzív termográfiai vizsgálatok módját adnak nagy felületek gyors áttekintésére, illetve rejtett hibák feltárásához. Például vízvezeték-hálózatok lyukadásvizsgálatához 90%-os biztonsággal alkalmazzák a termográfia. Az AZT sikeres laboratóriumi kísérletek alapján lehetőséget lát a termográfia ultrahangos vizsgálatokkal kombinált alkalmazására nagy lemezfelületek állapotellenőrzéséhez.

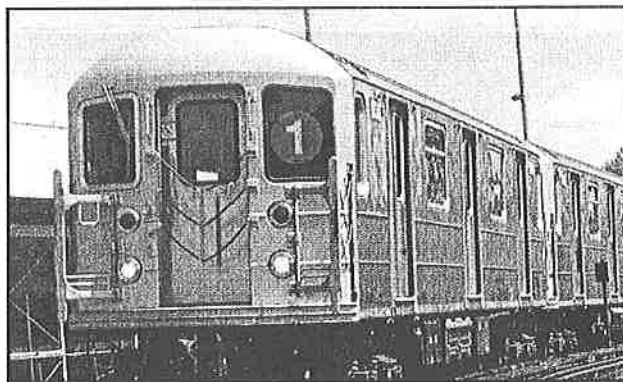
(Forrás: DGZfP-Zeitung 51 (1996) Febr. p. 41.)

MTA New York városának forgalmi fennhatósága

Ha Ön rá van kényszerítve a metró használatára az Amerikai Egyesült Államokban, akkor talán Önnek is érdeke, hogy időben megérkezzen célállomásához. Erről azok az emberek gondoskodnak, akik a metróhálózaton dolgoznak, és biztonságossá teszik megérkezését célállomásához.

A New York-i is azokhoz a forgalmi hálózatokhoz tartozik, ahol ultrahangot használnak a 656 mérföld hosszú vasúti sín minden hőveljének ellenőrzésére. Minden évben háromszor a Sperry vasúti szervíz által működtetett ultrahangos vizsgáló jármű végighalad a pályákon, kiszűrve az esetleges hibákat az acélsíneken. Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit egy mágneses kazettára átjuttatják, majd azt elküldik a leolvasó állomásra. Ha gyanús hibákat találnak az egyes részekben, akkor jelentés készül, amely jelzi a hibák helyét, a mérföldkövek és a sín ismertető jeleinek megadásával.

Ez után egy felügyelő visszatér a megjelölt helyekre, hogy azokat manuálisan is ellenőrizze. Az **EPOCH II B**-t, a Panametrics által gyártott digitális ultrahangos repedésvizsgáló készüléket használják erre a célra.



Az **EPOCH II B** automatikus hangút kalkulátort használ a repedések pontos mélységének meghatározására. Ezen kívül a készülék képes eltávolítani és visszahívni a mérőátalakító vizsgálófej beállítási adatait. Ez lehetővé teszi a felügyelő számára a vizsgálófejek gyors cseréjét és a különböző sín-részek vizsgálatát. Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit átadják a New York-i forgalom igazgató-

ságának, ahol meghatározzák a legbiztonságosabb javítás módját a repedés méretének megfelelően.

Tehát, ha legközelebb metrón utazik és az órájára pillant, hogy meggyőződjön a metró menetrend szerinti közlekedéséről, megnyugodhat, tudván, hogy csak a pontosság az egyetlen feladat amit a metró dolgozóinak kell megoldaniuk az Ön utazása érdekében.

Kolbenhayer József
Tel./fax: 319-8632

A BME Mechanikai Technológia Tanszék hozzájárulása a magyar anyagvizsgálat feljődéséhez

Dr. Artinger István

Tavaly volt 100 éve, hogy L. Tetmajer professzor kezdeményezésére 1895-ben Zürichben megalakult az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szövetsége. Ezen a konferencián magyar részről 10 fő vett részt, köztük Nagy Dezső és Rejtő Sándor műegyetemi professzor is.

Nagy Dezső (szül.: 1841. december 6-án Székesfehérváron, elhunyt 1916. március 19-én Budapesten) 1870-től a gépszerkezetten és gépajazolás, 1882-től az elméleti géptan egyetemi tanára. 1882–1913 között a Műszaki Mechanika Tanszék vezetője. Sokat tett a kísérleti szilárdságtan vizsgálati, laboratóriumi hátterének megteremtéséért. 1877/78–1881/82 között a gépészmérnöki szakosztály dékánja volt.

Rejtő Sándor (szül.: 1853. augusztus 21-én Kassán, elhunyt 1928. február 4-én Budapesten) 1877-ben kapta a gépészmérnöki szakosztály első gépészmérnöki oklevelét. 1886-tól magántanári kinevezést kapott, majd 1889. május 13-tól nyilvános rendkívüli egyetemi tanár és tanszékvezető az akkor létrehozott mechanikai technológiai tanszéken. Felügyelete alatt a gépműhelyt Csonka János műhelyvezető vezette 1924-ig, nyugdíjba vonulásukig. 1901/02–1903/04 között a gépészmérnöki osztály dékánja volt, 1913-tól az MTA levelező tagja, 1923-tól pedig rendes tagja lett, az 1920/21 tanévben a Műegyetem rektora volt.

Rejtő Sándor úttörő tudós volt, aki megkísérelte az addig csak leíró jellegű technológiát elméletileg is megalapozott tudományággá fejleszteni, az anyagminőségének meghatározásához szükséges általános érvényű minősítő eljárásokat kidolgozni. Munka-jellegű mérőszámot használt már az 1891-ben megjelent *A papíros tartósságának megállapítása* című könyvében. Az anyag jóságát jelző, súlyegységre vonatkoztatott munka értékét acélra, fára, lenre és papírosra táblázatban foglalta össze. Az 1896-ban megjelent *Elméleti mechanikai technológia néhány alaptétele* című könyvében az anyagokat rideg, képlékeny, szívós viselkedés szerint sorolja osztályba. Ezt a könyvét németre lefordítva már egy év múlva, 1897-ben Leipzigban is kiadják. Az 1915-ben kiadott *Az elméleti mechanikai technológia alapelvei és a fémek technológiája* című könyvében a mechanikai tulajdonságok, köztük a térfogatra vonatkoztatott munka már az ötvözetek, acélok összetételének függvényében szerepel.

Nagy Dezső és Rejtő Sándor professzor még az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szövetségének megalakulása előtt is részt vett pl. a Johann Bauschinger kezdeményezésére összehívott konferenciákon: 1886-ban Drezdában, 1890-ben Berlinben. Rejtő Sándor előadással szerepelt az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szövetségének stockholmi (1897), párizsi (1890), budapesti (1901), brüsszeli (1906), koppenhágai (1909) és New York-i (1912) konferenciáin.

Nagy Dezső és Rejtő Sándor voltak a megalapítói a Magyar Anyagvizsgálók Egyesületének 1897. június 16-án. Az Egyesület első elnöke 1897–1904 között Cziegler Győző (szül.: 1850. július 19-én Aradon, elhunyt 1905. március 28-án Budapesten) szintén műegyetemi tanár volt az Ókori Építéstan Tanszéken. Az Egyesület további elnökei: 1904–1910 között Nagy Dezső professzor, 1910–1914 között Czekélaus Aurél minisztériumi tanácsos, 1914–1917 között Rejtő Sándor professzor volt. A Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete Rejtő Sándor kezdeményezésére 1914-ben kiadja az *Anyagvizsgálók Közlönye* című folyóiratát.

Rejtő Sándor professzor szoros levelezési kapcsolatban volt több külföldi tudóssal, így pl. F. Kick professzorral. A hazai és nemzetközi tudományos fórumok elismerték tudományos eredményeit.

Az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szövetségének 1909. (Koppenhága) és 1912. (New York) évi kongresszusain Rejtő Sándor mellett részt vett Misángyi Vilmos (szül.: 1880. június 8-án Pécsen) is, aki 1904-től a mechanikai technológia tanszék asszisztense, 1907-től adjunktusa, 1924. december 13-tól nyilvános rendes tanára, 1925–1944 között a tanszék vezetője, és az 1929/30–1930/31 tanévben a gépészmérnöki szakosztály dékánja volt.

Az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szövetségének 1931-ben Zürichben tartott kongresszusán részt vett Vér Tibor, a tanszék adjunktusa, majd még ez évben magántanára. *Válogatott fejezetek az anyagvizsgálat köréből* című tárgyat oktatta. Az anyagvizsgálat minden területe, de főleg a kifáradás témaköre foglalkoztatta.

1935-ben szerzett diplomát és került a mechanikai technológia tanszékre Gillemot László (szül.: 1912. október 7-én Budapesten, elhunyt 1977. augusztus 20-án), aki 1936-tól tanársegéd, 1941-től adjunktus,

1945-től helyettes tanár. 1947–1977 között tanszékvezető, egyetemi tanár. 1971–1977 között a Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tani Intézet igazgatója. Az 1954/55–1956/57 tanévben a BME rektora. 1949-től az MTA levelező tagja és 1965-től pedig az MTA rendes tagja. Gillemot László professzor a technológiák mellett nagy előszeretettel foglalkozott az anyagvizsgálat minden területével. A Kossuth-híd építése során a hegesztett varratok röntgenvizsgálatait végezte, irányította. Tevékenységét 1949-ben a Kossuth-díj arany fokozatával ismerték el. Az egyetemi oktatásba bevezette az *Anyagvizsgálat* című tárgyat, melynek tankönyvét is ő szerezte.

A Gépípari Tudományos Egyesület alapító tagja, a széles nemzetközi részvételű, korszerű méretezési és anyagvizsgáló kongresszusok szervezője. Fő célkitűzése volt: kutatni azon tényezőket, amelyekről az anyag tulajdonságai, használhatósága függnek.

Az általa irányított tanszék, intézet főbb kutatási területei az anyagvizsgálat terén az alábbiak voltak:

- Roncsolásmentes anyagvizsgálat
- Kifáradás, repedésterjedés
- Rideg törés, a munka mint anyagjellemző, műszerzett Charpy- és törésmechanikai vizsgálatok
- Alakváltozás, alakíthatóság
- Kúszás, tartósfolyás, élettartam.

A felsorolt tématerületeken az általa és a tanszék munkatársai által a mai napig folyamatosan végzett kutatómunka eredményeiből összeválogatott irodalom felsorolása nyújthat némi képet a BME Mechanikai Technológia Tanszék hozzájárulásáról a magyar anyagvizsgáló kultúra fejlődéséhez, eredményeihez. A tanszék munkatársai büszkék az elődök elért eredményeire és oktatómunkájuk mellett folytatják az elődök által elkezdett aktív, tudományos, közéleti tevékenységet mind a hazai, mind a nemzetközi szervezetekben és konferenciákon.

a) Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Gillemot László: A hegesztés röntgenvizsgálata; Műszaki doktori értekezés, Budapest, 1941.

Konkoly Tibor: Gözerőművek hegesztett alkatrészeiről készített műszaki röntgenfelvételek kiértékelése; Magyar Energiagazdaság, 5. (1952.) pp. 1–10.

Gillemot László: Roncsolásmentes anyagvizsgálat a vas- és fémiparban; MTA VI. Oszt. Közl. 16. (1955.) pp. 173–184.

Konkoly T., Czoboly E.: „Liliput 120” röntgenkészülék gözerőműveink hegesztett alkatrészeinek vizsgálatában; Magyar Energiagazdaság, 9. (1956.) 2. pp. 73–76.

Konkoly T., Réti P., Dobrova L.: A roncsolásmentes anyagvizsgálók képzése és minősítése Magyarországon; Gép, XVII. (1975.) 10. pp. 400–402.

Karsai István: Durvaszerkezeti Radiológiai Anyagvizsgálat, Budapest, 1982.

Karsai István: Felületi és egyéb roncsolásmentes vizsgálatok Gép, XXV. (1983.) 5. pp. 162–170.

Karsai István: Zulässige Fehlergrösse und Nachweisbarkeit von Fehlern durch radiographische Untersuchungen, Dresden, 1983.

Karsai István: A roncsolásmentes anyagvizsgáló szakemberképzés helyzete Magyarországon; Gépípar, 1985.

Konkoly Tibor: Successful cooperation between two nations with different national training organizations in NDT; World Conf. on NDT, Ohio, 1985.

b) Kifáradás, repedésterjedés

Vér Tibor: The Fatigue Phenomenon and its Effects on the Metal; Anyagvizsgálók Közlönye, 1928.

Vér Tibor: Az anyagvizsgálat néhány újabb problémájáról; Anyagvizsgálók Közlönye, 1930. 1.

Herbert F. Moore, Vér Tibor: A study of slip lines, strain lines and cracks in metals under repeated stresses; Bulletin 208, Engineering Experiment Station, Urbana Illinois 1930.

Gillemot László: Fatigue of Wire Ropes; Carnegi-díj 1940.

Gillemot László: Újabb kutatási eredmények az anyagkifáradás terén; Budapest, 1961.

Gillemot László: A kifáradás jelensége és a fáradásra való méretezés. Gép, (1967.) pp. 360–369.

Artinger I., Kristyák Ernőné: Melegalkító szerszámacélok viselkedése kisciklusú fárasztáskor; X. Kohászai Anyagvizsgáló Napok, Balatonaliga, 1979. 130.

Havas I., Czoboly E.: Einfluss der Schwingbeanspruchung auf die mechanischen Eigenschaften von Baustählen; Maschinenbautechnik, 28. (1979.) No. 4. pp. 173–174.

Kristyákné Maróti Gizella, Havas I.: Fraktográfiai vizsgálatok kisciklusú fásztásnak kitett erőművi csővezeték anyagán; Gép, XXXIII. (1981.) 8. pp. 303–307.

Artinger I., Becker L.: Szerszámacélok termikus fásztó vizsgálata; VIII. Anyagvizsgáló Kongresszus, Budapest, 1982. pp. 616–621.

Czoboly Ernő: Fáradásos repedésterjedés sebességének törvényszerűségei; XI. Kohászai Anyagvizsgáló Napok, Balatonaliga, 1982. 25.

Czoboly E., Ginsztler J., Havas I.: Ismeretek a kisciklusú és a termikus fásztásról; Gép, 36. (1984.) 7. pp. 241–253.

Czoboly E., Havas I., Ginsztler J.: Relation between low cycle fatigue data and the absorbed specific energy; Proc. 5. ECF, Lisszabon, Portugália EMAS, Warley, 1984. 1. pp. 481–494.

Czoboly Ernő: Kis méretű fáradási repedések problémái; Gép, 37. 5. pp. 161–163.

Radon J. C., Czoboly E.: Aspects of fatigue crack growth under random load; A IX. Anyagvizsgáló Kongresszus Kiadványa, GTE, Budapest, 1986. pp. 231–233.

Czoboly Ernő: A kis méretű fáradási repedések vizsgálatának problémái; III. Országos Törésmechanikai Szeminárium Kiadványa, GTE, Budapest, 1987. pp. 20–32.

Radon J. C., Czoboly E.: Plastic zones around notch tips after cyclic loading; ICF8, Kiev, Ukraina 1993.

Lukács J., Artinger I., Tóth L.: Fatigue Crack Propagation Curves for Design of Structures; XIIth Int. Coll. on Mechanical Fatigue of Metals, Miskolc, 1994.

Artinger I., Lukács J.: A new method for determination of fatigue crack propagation limit curves; Fatigue Design Int. Symp, Finland, 1995. Vol. II. pp. 51–61.

Artinger I., Lukács J.: Effect of reliability of fatigue crack propagation measurement on the assessment of life-times; Int. Symp. on Materials ageing and component life extension, CISE-Milan, Italy, 1995. pp. 1187–1197.

c) Rideg törés, a munka mint anyagjellemző

Rejtő Sándor: A papiros tartósságának megállapítása, Budapest, 1891. pp. 36–38.

Rejtő Sándor: Az elméleti mechanikai technológia, Budapest 1896. (németül) Leipzig 1897.

Rejtő Sándor: Az elméleti mechanikai technológia alapelvei, Budapest, 1915. I. kötet, pp. 112.

Gillemot L., Sinay G.: A kontrakciós munka mint anyagjellemző, MTA VI. Oszt. Közl. 22. 1958. pp. 344–366.

Kator Lajos: A szemcsenagyság befolyása a kontrakciós munkára; Kandidátusi értekezés, Budapest, 1962.

Gillemot László: A fémek tulajdonságainak jellemzése a fajlagos alakváltozás munkájával. Akadémiai székfoglaló, Budapest, 1966. jan. 25.

Gillemot L., Kristyák Ernőné: Nemesíthető szénacélok törési munkájának változása a hőkezelési paraméterek függvényében. IV. Anyagvizsg. Kongresszus, Budapest, 1967. 445–450. old.

Ziaja György: Az alakítási öregedés hatása néhány hegeszthető lágyacél képlékeny-rideg átmenetére. Műszaki doktori értekezés, BME, 1964. (Műszerezett Charpy vizsgálat) BKL, Kohászat 1966. 8. pp. 341–347.

Konkoly Tibor: Erő-idej diagramok felvétele egyszerű Charpy ütőművön az ingára szerelt nyúlásmérőbéllyekkel. Gép, XX. 1968. 10. pp. 401–405.

Artinger István: Az acélok fajlagos törési munka változásának jellegzetes típusai a megeresztési hőmérséklet és idő függvényében, BKL, Kohászat 1970. 4. pp. 159–163.

Karsai István: A fedett ív hegesztés ömledékanyagának vizsgálata és minősítése a fajlagos törési munka alapján, Műszaki doktori értekezés, BME, 1970.

Artinger I., Czoboly E.: A ridegtörés vizsgálati módszerei, Gép, (1970.) 12. pp. 464–471.

Gillemot L., Czoboly E.: Generalized Theory of Fracture; Proc. of 2nd Symp. on Fracture, Marienska Lázne 1970.

Gillemot László: Méretezés és anyagvizsgálat; Gép, (1971.) pp. 328–332.

Kator Lajos: Képlékeny fémek törésének és a törés előzményeinek energetikai vizsgálata. Doktori értekezés, Budapest, 1971.

Artinger István: Some experimental methods of determining fracture toughness of the steels; VI. Kohászati Anyagvizsgáló Napok, Balatonszéplak, 1971. pp. 280–285.

Artinger István: Nagy szilárdságú szerszámacélok rideg töréssel szembeni ellenállása; Kandidátusi értekezés, Moszkva, 1972.

Artinger I., Korach M., Lehofer K., Markó J.: Connections between the factors determining the toughness of hot working tool steels; Proceedings of the 5th Int. Conf. on Dimensioning and Strength Calculation, Budapest, 1974. vol. 1. pp. 215–225.

Havas István: Törési jellemzők vizsgálata 52 kp/mm² szilárdságú szerkezeti acélokon; Kandidátusi értekezés, Budapest, 1976.

Czoboly Ernő: A törésmechanika fejlődése és jelenlegi főbb irányai; Műszaki Tudomány, (1977.) 43. évf. pp. 391–412.

Czoboly E., Havas I.: Einfluss der plastischen Zone das Spödruchverhalten, Neue Hütte, (1977.) 3. pp. 147–148.

Artinger I., Korach M.: Szerszámacélok szívóssága és termikus kifáradással szembeni ellenállása; VII. Anyagvizsgáló Kongresszus, Budapest, 1978. I. pp. 1–3.

Havas I., Czoboly E.: Comparison of results of different methods for determining fracture mechanic parameters in the elastoplastic range; Periodica Politechn. Mech. Eng. 1980. 1–2. pp. 19–28.

Artinger I., Romvári P., Tóth L., Schuchttár E.: Crack propagation in die steels; Proc. of the 7th Colloqu. on Mechanical Fatigue of Metals, Miskolc, 1983. Vol. 1. pp. 5–18.

Havas I., Czoboly E.: Comparison of J-integral estimation methods and techniques; Int. Conf. Freiburg, 1983. pp. 359–367.

Lovas Jenő: Energy equations of cracked solids; Periodica Polyt. Mech. Eng. Vol. 2. 1984. No. 4. pp. 293–303.

Konkoly Tibor: Investigation on MAG weld metal for critical valuation of fracture mechanics properties; 6th Int. Conf. Fracture, New Delhi, 1984. Vol. 2.

Schuchttár Endre: Repedésterjedés vizsgálata megalakító szerszámacélokban; Kandidátusi értekezés, Budapest, 1990.

Czoboly Ernő: Fémek mechanikai tulajdonságainak korszerű vizsgálati módszerei; Doktori értekezés, Budapest, 1990.

Artinger I., Bagyinszky Gy.: Felületkezelt rétegek törésmechanikai jellemzőségei; IV. Országos Törésmechanikai Szeminárium, Miskolc-Lillafüred, 1991. pp. 97–108.

Havas I., Szabó A., Loibnegger F.: Egyszerű eljárás a kritikus repedésnyílás dinamikusságának meghatározására; XIV. Kohászati Anyagvizsgáló Napok, Balatonaliga, 1991. p. 34.

Lukács J., Lovas J.: On some problems of evaluation the ΔK_{Ih} -value; X. Anyagvizsgáló Kongresszus, Budapest, 1991.

Lovas J., Tóth P.: Repedésterjedés összetett igénybevétel esetén; V. Törésmechanikai Szeminárium, Miskolc-Tapolca, 1995. pp. 31–42.

Csizmazia Á., Czoboly E.: Fárasztott próbatestek képlékeny zónái; V. Országos Törésmechanikai Szeminárium Kiadványa, Miskolc-Tapolca, 1995. pp. 167–175.

d) Alakváltozás, alakíthatóság

Rejtő Sándor: A maradó, vagyis az ideigtartó és maradó alakváltozások mechanikájának alapelvei és alkalmazásuk. Akadémiai lev. tag székfoglaló, Budapest, 1913. nov. 17.

Rejtő Sándor: A maradó alakváltozások mechanikájának alkalmazása a textiliparban. Akadémiai székfoglaló, Budapest, 1923. okt. 22.

Czoboly Ernő: Szakítópróbatestek képlékeny alakváltozásának törvényszerűségei. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1967.

Gillemot László: The Influence of Tensile Testing Machine Hardness on the Flow Curve. Proc. of the 3. Conf. on Dimensioning, Akadémiai Könyvkiadó, Budapest, 1968. pp. 427–443.

Reé András: Fémek folyási görbéjének matematikai vizsgálata. Műszaki doktori értekezés, BME, 1971.

Krállics György: A képlékenyalakító technológia műveleteknél alkalmazott törési kritériumok. Műszaki doktori értekezés, BME, 1978.

Ziaja Gy., Krállics Gy.: Vastag lemezek alakítási határállapotainak vizsgálata. 2. Képlékenyalakítási Szeminárium, Győr, 1982. pp. 417–427.

Ziaja György: Hidegalakítási folyamatok határállapotai. Gépgyártástechnológia, XXVI. (1986.) 2. pp. 85–99. (Képlékeny kihajtásra új egyenlet)

Krállics Gy., Szabadits Ö., Lovas J.: Ciklikus folyásgörbék felvétele a lemezalakítási folyamatok számításához. Anyagvizsgálók Lapja, 1992. 3. pp. 89–91.

Ziaja György: Alakítási folyamatok határállapotai. Doktori értekezés, Budapest, 1994.

e) Kúszás, tartósfolyás, élettartam

Gillemot László: The influence of the strain rate on metal characteristics. Periodica Polyt. Eng. 10. (1966.) pp. 77–94.

Artinger István: A ferrit-perlites hőerőművi acélok fejlődése és alkalmazásának problémái. Energia Atomtechnika, (1967.) No. 11–12. pp. 529–532.

Artinger I., Süle J.: A nagy teljesítményű turbinaalkatrészek gyártásának kohászati, fizikai és alkalmazott mechanikai problémái. Gép, (1968.) No. 4. pp. 149–151.

Artinger László: A Cr-Mo-V erőművi acélok hőkezelési állapotának vizsgálata a fajlagos törési munka alapján. Bányászati Kohászati Lapok, Kohászat, 1968. No. 4. pp. 120–124.

Artinger István: Az 1 Cr-0,3 Mo-0,25 V acél szilárdsági tulajdonságainak változása a kúszásvizsgálat során. Melegsziárd acél Konferencia, Aggtelek, 1969. KK. kötet pp. 322–327.

Ginsztler János: Instacioner hőciklusok modellezésére szerkesztett berendezés. Energia és Atomtechnika XXVI., 1973. 11. pp. 490–494.

Artinger I., Kristyákné Maróti Gizella: Opút primenienia 12%-nű hromszilűh sztalej v energomasinosztroenii. VIII. Koh. Anyagvizsgáló Napok, Balatonszéplak, 1975. 1. pp. 21–24.

Artinger I., Kristyákné Maróti Gizella: Cr-Mo-V erőművi anyagok elektronmikroszkopos vizsgálata. IX. Országos Hőkezelő Szeminárium, Budapest, 1981. p. 59.

Artinger I., Ginsztler J.: Izledovanija nagyveznosztyi materiala trubnoj szisztemű iz Cr-Mo-oj sztali v processze 12-letnyej ekszpluatácii. 5. Mezdunarodnoj Szimp. po zsaroprocsnüm materialam, Vszetyin (CSSR), 1976. pp. 597–603.

Ginsztler J., Havas I.: Opút i perspektivü oopregylenija osztatocsnovo resursza energeticeszkih truboprovodov, Vlagyimir, Izd. NTO, Moszkva, 1986. p. 38.

Ginsztler János: A tartós hőmérsékletnek és változó feszültségnek kitett acélokban végbemenő változások és az élettartamcsökkentő hatása. Doktori értekezés, Budapest, 1987.

Artinger István: Development of advanced 9–12 Cr martensitic steels, EUROMAT 94, Balatonszéplak, 1994. Vol. 1. pp. 143–147.

Új, európai és nemzetközi szabványok

Lapunk szakterületét érintően is folyamatosan jelennek meg új, európai (EN) és nemzetközi (ISO) szabványok, amelyeknek jegyzékét – a teljesség igénye nélkül – az alábbiakban közöljük célszerű csoportosításban a Szabványügyi Közlöny 1996. 1–8. számai alapján.

Radiográfiai vizsgálatok

EN 462-5:1996

Roncsolásmentes vizsgálat. Radiográfiai képminőség. 5. rész: Képminőség-jelzők (kettős huzalsoros típus), a kép életlenségének meghatározása

ISO 12096:1996

Fedett ívű hegesztésű acélcsonk nyomástartó berendezésekhez. A hegesztett varratok hibáinak kimutatása radiográfiás vizsgálattal

IEC 1344:1996

Sugárvédelmi műszerek. Ellenőrző készülékek. Személyi figyelmeztető eszközök röntgen- és gamma sugárzáshoz

Metallográfiai vizsgálatok

CR 12361:1996

Fémek hegesztési varratainak roncsolásos vizsgálata. Maratószerek makroszkópos és mikroszkópos vizsgálathoz

Mechanikai és fizikai vizsgálatok

EN 910:1996

Fémek hegesztési varratainak roncsolásos vizsgálata. Hajlítóvizsgálat

ISO 10606:1995

Betonacél. A teljes nyúlás százalék meghatározása a legnagyobb szakítóerő esetén

ISO 7905-2:1995

Siklócsapágyak. Csapágykifáradás. 2. rész: Fém csapágyanyagú hengeres próbatest vizsgálata. (Javított és utánnyomott kiadás)

ISO 7905-3:1995

Siklócsapágyak. Csapágykifáradás. 3. rész: Többrétegű fém csapágyanyagú sima szalagok vizsgálata. (Javított és utánnyomott kiadás)

ISO 7905-4:1995

Siklócsapágyak. Csapágykifáradás. 4. rész: Többrétegű fém csapágyanyagú csapágycsészék vizsgálata. (Javított és utánnyomott kiadás)

EN ISO 6721-1:1996

Műanyagok. A dinamikus mechanikai tulajdonságok meghatározása. 1. rész: Általános elvek

EN ISO 6721-2:1996

Műanyagok. A dinamikus mechanikai tulajdonságok meghatározása. 2. rész: Torziós ingás módszer

EN ISO 6721-3:1996

Műanyagok. A dinamikus mechanikai tulajdonságok meghatározása. 3. rész: Rugalmas rezgés. Rezonanciagörbe módszer

EN ISO 6945:1996

Gumitömítők. A külső borító kopásállóságának meghatározása

EN ISO 75-1:1996

Műanyagok. A behajlási hőmérséklet meghatározása terheléskor. 1. rész: Általános vizsgálati módszer

EN ISO 75-2:1996

Műanyagok. A behajlási hőmérséklet meghatározása terheléskor. 2. rész: Műanyagok és keménygumi

EN ISO 75-3:1996

Műanyagok. A behajlási hőmérséklet meghatározása terheléskor. 3. rész: Nagy szilárdságú, hőre keményedő rétegelt lemezek és hosszú szállal erősített műanyagok

EN ISO 527-1:1996

Műanyagok. A húzási jellemzők meghatározása. 1. rész: Általános elvek

EN 1411:1996

Műanyag csővezeték- és csatornarendszerek. Hőre lágyuló műanyag csövek. A külső ütésekkel szembeni ellenállás meghatározása. Lépcsős módszer

EN 1446:1996

Műanyag csővezeték- és csatornarendszerek. Hőre lágyuló műanyag csövek. A gyűrűrugalmasság meghatározása

EN 1055:1996

Műanyag csővezetékrendszerek. Hőre lágyuló műanyag csővezetékrendszerek talajvíz- és szennyvízelvezetéshez épületen belül. Ciklikus növelt hőmérséklettel szembeni ellenállás vizsgálati módszere

EN 1056:1996

Műanyag cső- és csatornarendszerek. Műanyag csövek és csőidomok. A közvetlen (természetes) időjárásnak (légtörő behatásnak) való kitétel módszere

EN 1053:1996

Műanyag csővezetékrendszerek. Hőre lágyuló műanyag csővezetékrendszerek nyomás nélküli alkalmazásra. A víztömővizsgálati módszere

EN 1054:1995

Műanyag csővezetékrendszerek. Hőre lágyuló műanyag csővezetékrendszerek talaj- és

szennyvízelvezetéshez. A kötések légtömőrségének vizsgálati módszere

EN 1277:1996

Műanyag csővezetékrendszerek. Hőre lágyuló műanyag csővezetékrendszerek földbe fektetett, nyomásmentes alkalmazásra. Rugalmas tömítőgyűrűs kötések szivárgásmentességének vizsgálati módszerei

EN ISO 9856:1995

Szállítóhevederek. A rugalmassági tényező meghatározása

EN ISO 7622-1:1995

Acélkordbetétes szállítóhevederek. Hosszirányú húzóvizsgálat. 1. rész: A nyúlás mérése

EN ISO 7622-2:1995

Acélkordbetétes szállítóhevederek. Hosszirányú húzóvizsgálat. 2. rész: A szakítószilárdság mérése

EN 1940:1996

Tapadószalagok. A szakítószilárdság mérése

EN 1941:1996

Tapadószalagok. A szakadási nyúlás mérése

EN 1942:1996

Tapadószalagok. A vastagság mérése

EN 1943:1996

Tapadószalagok. A statikus nyíró-tapadó szilárdság mérése

EN 1944:1996

Tapadószalagok. A letekeresési tapadás mérése kis sebesség esetén

EN 1945:1996

Tapadószalagok. A gyors tapadóképesség mérése

EN 1128:1995

Cementkötésű faforgácslemez. Az ütésállóság meghatározása kemény testtel

EN 60763-1:1996

Rétegelt, préselt lemezek előírásai. 1. rész: Fogalommeghatározások, osztályozás és általános követelmények

EN 60763-2:1996

Rétegelt, préselt lemezek előírásai. 2. rész: Vizsgálati módszerek

EN 60763-3-1:1996

Rétegelt, préselt lemezek előírásai. 3. rész: Az egyes anyagok előírásai. 1. lap: Rétegelt, előpréselt lemezek előírásai. LB 3.1.1, 3.1.2, 3.3.1 és 3.3.2-es típusok

EN 725-5:1996

Nagy teljesítményű műszaki kerámiák. Kerámiaporok vizsgálati módszerei. 5. rész: A szemcseméret-eloszlás meghatározása

EN 725-6:1996

Nagy teljesítményű műszaki kerámiák. Kerámiaporok vizsgálati módszerei. 6. rész: A fajlagos felületnagyság meghatározása

EN ISO 186:1996

Papír és karton. Mintavétel az átlagos minőség meghatározásához

EN ISO 3037:1996

Hullámpapírolemez. Az élnyomószilárdság meghatározása

ENV 1897:1996

Geotextíliák és geotextíliákkal rokon termékek. A kúszási tulajdonságok meghatározása nyomással

IEC 404-2:1996

Mágneses anyagok. 2. rész: Villamosipari acéllemez és -szalag mágneses tulajdonságainak mérési módszerei Epstein keretes módszerrel

ISO 105-A05:1996

Textíliák. Színtartóssági vizsgálatok. A05 rész: A színváltozás műszeres értékelése a szürke skála szerinti érték meghatározásához

EN ISO 3104:1996

Ásványolajtermékek. Átlátszó és átlátszatlan folyadékok. A kinematikai viszkozitás meghatározása és a dinamikai viszkozitás számítása

EN ISO 2431:1996

Festékek és lakkok. A kifolyási idő meghatározása mérőpohárral

Korróziós és környezetállósági vizsgálatok

ISO 11845:1995

Fémek és ötvözetek korróziója. A korróziós vizsgálatok általános elvei

ISO 11846:1995

Fémek és ötvözetek korróziója. Oldatban hőkezelhető alumíniumötvözetek szemecskéi korrózióállóságának meghatározása

IEC 68-2-52:1996

Környezetállósági vizsgálatok. 2. rész: Vizs-

gálatok. Kb vizsgálat: Ciklikus sósköd (nátrium-klorid oldat)

Statistikai módszerek alkalmazása

ISO 11095:1996

Lineáris kalibrálás referenciaanyagok használatával

Acélok

EN 10083-3:1995

Nemesíthető acélok. 3. rész: Bóros acélok műszaki szállítási feltételei

EN 10137-1:1995

Nagy folyáshatárú szerkezeti acélból készült lemezek és szélesacélok, nemesített vagy kiválasztott keményítésű. 1. rész: Általános szállítási feltételek

EN 10137-2:1995

Nagy folyáshatárú szerkezeti acélból készült lemezek és szélesacélok, nemesített vagy kiválasztott keményítésű. 2. rész: Nemesített acélok szállítási feltételei

EN 10137-3:1995

Nagy folyáshatárú szerkezeti acélból készült lemezek és szélesacélok, nemesített vagy kiválasztott keményítésű. 3. rész: Kiválasztott keményítésű acélok szállítási feltételei

EN 10149-1:1995

Nagy folyáshatárú, melegen hengerelt lapos acéltermékek hidegalakításra. 1. rész: Általános szállítási feltételek

EN 10149-2:1995

Nagy folyáshatárú, melegen hengerelt lapos acéltermékek hidegalakításra. 2. rész: Termomechanikus hengerléssel gyártott acélok szállítási feltételei

EN 10149-3:1995

Nagy folyáshatárú, melegen hengerelt lapos acéltermékek hidegalakításra. 3. rész: Normalizált vagy normalizáló hengerléssel gyártott acélok szállítási feltételei

ISO 4998:1996

Folytatólagos tűzi-mártó eljárással horganyzott, szerkezeti minőségű ötvözetlen acél finomlemez

ISO 3575:1996

Folytatólagos tűzi-mártó eljárással horganyzott, kereskedelmi, fokozott alakíthatóságú és ményhúzó minőségű ötvözetlen acél finomlemez

EN 10154:1996

Folytatólagos tűzi-mártó eljárással készült alumínium-szilícium (AS) bevonatú acélszalag és -lemez. Műszaki szállítási feltételek

EN 10209:1996

Hidegen hengerelt, kis karbontartalmú lapos acéltermékek zománcozáshoz. Műszaki szállítási feltételek

EN 756:1995

Hegesztési hozaganyagok. Huzalektródák és huzal-folyasztószer kombinációk ötvözetlen és finomszemcsés acélok fedett ívű hegesztéséhez. Osztályozás

EN 760:1996

Hegesztési hozaganyagok. Folyasztószerkezetek fedett ívű hegesztéshez. Osztályozás

Műanyagok

EN ISO 1873-1:1995

Polipropilén (PP) fröccs- és extrúziós anyagok. 1. rész: Megnevezési rendszer és az előírás alapja

EN ISO 8986-2:1995

Műanyagok. Polibutén (PB) fröccs- és extrúziós anyagok. 2. rész: Próbatetek készítése és tulajdonsághatározások

EN ISO 11963:1995

Műanyagok. Polikarbonát lemezek. Típusok, méretek és jellemzők

ASTM szabványok évkönyve 1996

Az **Annual book of ASTM standards 1996** kiadvány a 15 témakörbe sorolt nagyszámú, mintegy 1500 új és felülvizsgált szabványra tekintettel 72 kötetből fog állni és több, mint 9000 szabványt fog tartalmazni. Az évkönyv megvásárolható CD-ROM formában is, illetve hozzáférhető a nemzetközi számítógéphálózaton is a <http://www.astm.org> című alatti. Az évkönyv egyes kötetei ez évben is folyamatosan jelentek, illetve jelennek meg. Az egyes témakörök (section) és kötetek címe a korábbi években már kialakulttal azonos (lásd például Anyagvizsgálók Lapja 1993/1. számát). A terjedelem növekedése miatti változás a következő:

Section 4 – Construction

– Volume 04.08/ Soil and Rock (I): D420 – D4914

– Volume 04.09/ Soil and Rock (II): D4943 – latest: Geosynthetics

– Volume 04.10/ Wood

Section 11 – Water and Environmental Technology

– Volume 11.05/ Biological Effects and Environmental Fate; Biotechnology; Pesticides

Felvilágosítás: ASTM Customer Service, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959. Tel.: 610-832-9585. Fax: 610-832-9555

Előzetes a Magyar Minőségi Hét rendezvényéről

Ötödik alkalommal hirdeti meg a Magyar Minőség Társaság, többnyire valamely társintézménnyel együttműködve, a *Minőségi Hét* elnevezésű rendezvénysorozatát, melynek keretében – mint minden évben – nemzetközi konferenciát, szakosított rendezvényeket és Országos Minőségügyi Kiállítást is rendez. Második alkalommal rendezi meg a Magyar Minőség Háza Kiállítást.

E „jubileumi” alkalom arra készítette a szervezőbizottságot, hogy az eddigiekénél is szélesebben és mélyebben tárja fel, elemezze és tűzze napirendre a minőségügy fejlődésének hazai és nemzetközi tendenciáit.

A változó világot azon mérhetjük le, hogy 5 évvel ezelőtt az első konferencia súlypontja az ISO 9000-es rendszer volt, akkor még újdonság, hazánkban alig néhány vállalatnak volt tanúsított rendszere, ezzel szemben e szervezetek száma ma már 400 körül van.

Egyes szakmák követelményei már túlléptek az ISO 9000-es szabványsorozaton, az autópárizi beszállítókra nézve már rövidesen kötelezővé válik az ún. QS 9000-es rendszer.

A gazdasági szervezetekkel szemben támasztott követelmények egyébként is meghaladják az ISO 9000 szerinti tanúsítás szintjét, a minőségi követelmények beolvadnak a hatékonysággal szemben támasztott igényekbe. A világ gazdasága a globalizáció irányában halad, ezért a hazai gazdaságnak is fel kell készülni arra, hogy az egész világgal versenyeznie kell a minőség, az ár és a szolgáltatások színvonalát tekintetében egyaránt. Újabb és újabb innovációk, filozófiák és technikák hódítanak teret a minőségügyben is. Hatályba lépnek a környezetvédelmi előírások, a termékekre és rendszerekre egyaránt (Eco-labeling, ISO 14000-es szabványsorozat), új fogalmakkal kell megismerkednünk, mint pl. az önértékelés, a bechmarking, a partnership, a re-engineering, a beszállítók kiválasztásának módszerei. A minőségmenedzsment a számítástechnika útján a vállalati menedzsmentbe integrálódik.

Az utóbbi években – a többi európai országot követve – Magyarországon is törvényben szabályoztak több, a minőséget érintő kérdést, pl. a metrológiát, a felelősségbiztosítást, a hazai akkreditálás és minőségtanúsítás szabályait, létrehozták ez utóbbiak szervezeteit. Ezek az intézmények már működnek, időszerű, hogy a tapasztalatokról a legilletékesebb előadók útján értesüljünk részben a konferencián, részben szatellit rendezvényeken.

A konferencia célja, hogy felhívja a minőségügyben dolgozó hazai

szakemberek figyelmét a fejlődési folyamatokra és trendekre, és a lehetőségekre képest nyújtson róluk sokoldalú tájékoztatást. Szekciói és az előadásokat igyekeztek úgy összeállítani a rendezők, hogy sok újat mondjanak a résztvevőknek. Ezért külföldi előadókat kértek fel, hogy számoljanak be nemzetközi rendezvényekről, fórumokról, és tapasztalatokról.

A nemzetközi konferencia november 11-én délelőtti plenáris üléssel kezdődik, majd délután a **szolgáltatások minőségbiztosítása** témakört tárgyaló szekcióban folytatódik. Ennek keretében többek között szó lesz a távbeszélő, a szállítmányozási, a felsőoktatási és az egészségügyi szolgáltatásokról.

Másnap a szekcióülés a **menedzsment stratégiái és eszközei** témát tárgyalja elsősorban a TQM, a környezetvédelem és a minőségügy kérdéseivel összefüggésben.

Külön szekció foglalkozik november 13-án délelőtti az **információs rendszerek szerepével a gyártmánytervezésben és a minőségbiztosításban**. Délután pedig a **tanúsítás és versenyképesség** témaköre szerepel a napirenden. Ezt a plenáris záróülés követi.

Ugyancsak november 13-án kerül sor az **Akkreditálás a gazdaság szolgáltatásában** című előadássorozatra is.

Az OMH közreműködésével november 14-én **Metrológia '96** címmel előadások hangzanak el a metrológia fejlődési irányairól, a szoftvervalidálás és a mérési eredmények megbízhatóságának kapcsolatáról, a mérőeszközök újrakalibrálásáról – hogy csak néhány témát említsünk. Ezzel párhuzamosan **A kamara a minőségért** című előadássorozat keretében szó lesz például az EU-csatlakozás minőségügyi kérdéseiről, a kiemelkedő minőségű termékek és szolgáltatások díjazásának a szerepéről, a tanúsítás hasznáról, a minőség költségéről és hozamáról.

A **Minőségügyi világnap** rendezvényre november 15-én kerül sor, melynek középpontjában a minőségügy és az oktatás áll.

A gazdag programot kínáló rendezvény színhelye a Magyar Honvédség Művelődési Háza, Budapest, XIV. Stefánia út 34. A épület.

Jelentkezés kedvezményes részvételi díjakkal, **1996. szeptember 20-ig**, az MMT titkárságán: Budapest, IX. Üllői út 25., tel.: 218-0267/480, fax: 218-0267.

Forrás: a programfüzet

A Magyar Minőség Társaság közgyűléséről

A Magyar Minőség Társaság 1996. június 17-én tartott ez évi, egyben jubileumi közgyűlést.

A közgyűlés napjának délelőtti Pallas Páholynban sajtótájékoztatót tartott **dr. Pázmándi Gyula**, a Társaság elnöke, a Társaság eddigi működéséről és a jövőbeli szándékairól, feladatairól. A sajtótájékoztatót a médiák képviselőin és a Társaság elnökségén kívül megjelent **dr. Soós Károly Attila** IKM politikai államtitkár és **Dányi István** IKM főosztályvezető is.

A nap központi eseménye a Társaság ünnepi közgyűlése volt. A rendezvénynek a Magyar Honvédség Művelődési Ház színházterme adott otthont.

A közgyűlést **dr. Pázmándi Gyula** nyitotta meg, és a levezető elnöki feladatokat **Füredi László** látta le. Az elnökségben helyet foglalt **dr. Soós Károly Attila** IKM politikai államtitkár, **dr. Hatala Pál** alelnök, **dr. Janza Károly** HM helyettes államtitkár, alelnök, **Dányi István** IKM főosztályvezető és **dr. Gyöngyösi Zoltán** a felügyelő bizottság tagja.

A Társaság egyéves munkájáról szóló beszámolót **dr. Pázmándi Gyula** tartotta. Meltatta a Társaság előző közgyűlése óta végzett munkáját, az elért eredményeket. Végezetül megköszönte a tagság bizalmát, a Társaság vezetésének nyújtott segítségét, valamint az ügyvezető igazgató és a titkárság eredményes munkáját.

A beszámolót követően szót kért **dr. Soós Károly Attila**. Az államtitkár úr köszöntötte és méltatta a Magyar Minőség Társaságot; szólt arról a lényeges munkáról, amelyet a minőség tudat terjesztésében folytatott.

Az ünnepi közgyűlés meghallgatta a felügyelő biztosság beszámolóját, **dr. Gyöngyösi Zoltán** előterjesztésében, a Társaság

gazdálkodásáról. Megállapította, hogy ezen tevékenység a törvényes előírásoknak megfelelően folyt.

A beszámoló után átadásra került a Társaság tanúsító okirata. A tanúsító okiratot az ünnepi közgyűlés előtt, a szakértő cég képviselője, **Holló-Tas** úr adta át. A Társaság saját szakértői mellett igénybe vette a Holló-Tas és Liles-Partners magyar-angol tanácsadó cég munkáját is. A sok fáradalmas eredményt hozott: **1996. április 10-én az angliai nemzeti akkreditációs rendszerben akkreditált National Quality Assurance Ltd. tanúsító szervezet az ISO 9001 nemzetközi szabvány követelményei szerint megfelelőnek találta a Magyar Minőség Társaság szervezetét, minőségrendszerét, eljárásrendjeit** – a minőségbiztosítási tárgyú oktatás és vizsgáztatás, a tanfolyamszervezés, a kiállítás- és rendezvényszervezés, a tagság számára fenntartott információs rendszer tekintetében – és ennek megfelelően kiadta a tanúsító okiratot.

Ez után a levezető elnök átadta a szót **dr. Hatala Pál** úrnak, a társaság alelnökének, aki szólt az elmúlt öt év történeteiről. Megállapította azt a tényt, hogy öt év után a Társaság nemcsak létezik, hanem minden évben dinamikus fejlődik, bővül tevékenységi köre. Hangsúlyozta: az öt évvel ezelőtti megfogalmazott célkitűzések reálisak, helytállóak voltak.

A vitában **dr. Pakucs János**, a Magyar Innovációs Szövetség elnöke, **dr. Szűcs Barna**, a HM. BM. Minőségbiztosítási igazgatója, **Prof. dr. Veress Gábor**, az EOQ MNB elnöke, a MMT igazgatótanácsa tagja és **Becker István** nyugdíjas szólt hozzá, akik méltatták az elmúlt öt év munkáját, a társszervekkel való együttműködés szükségességét.



NQA
NATIONAL QUALITY ASSURANCE

Certificate of Registration

Ezen okmány igazolja, hogy a

MAGYAR MINŐSÉG TÁRSASÁG
1091 BUDAPEST, ÜLLŐI ÚT 25, MAGYARORSZÁG

TAGSÁG, OKTATÁS, ÉS VIZSGÁZTATÁS
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSBAN, AZ AZZAL KAPCSOLATOS
MÓDSZEREKBEN; MINŐSÉGGEL ÉS ROKON TÉMÁKKAL
KAPCSOLATOS TANFOLYAMOK, SZEMINÁRIUMOK,
KONFERENCIÁK ÉS KIÁLLÍTÁSOK TERVEZÉSE
SZERVEZÉSE ÉS LEVEZETÉSE; MINŐSÉGÜGYI
INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR ÜZEMELTETÉSE.
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI SZAKLAPOK, SZAKCIKKEK, ÉS
SZAKKÖNYVEK SZERKESZTÉSE ÉS KIADÁSA

vonatkozásában a National Quality Assurance Limited által
BS EN ISO 9001 : 1994 szabvány alapján
értékelteit, és nyilvánításba helyezteit.

Ezen nyilvánításba vétel azzal a kikötéssel történt, mely szerint a Társaság a
Minőségbiztosítási Rendszerét a fenti szabványnak megfelelően működteti és azt az
NQA rendszeres felülvizsgálásának aláveti.

The Seal of National Quality Assurance Limited
was hereto affixed in the presence of:



Managing Director

Tanúsítvány szám: 7564/1

Kelt: 12 június 1996.

Szabványos ipari besorolási kód: #9330/9631



National Quality Assurance Ltd is registered in England, Registration No. 7205565, Registered Office: Village House, 31 Arden Endowment, London SE1 7JL.



NQA
NATIONAL QUALITY ASSURANCE

Certificate of Registration

Ezen okmány igazolja, hogy a

MAGYAR MINŐSÉG TÁRSASÁG
1091 BUDAPEST, ÜLLŐI ÚT 25, MAGYARORSZÁG

MINŐSÉGGEL ÉS AZ AZZAL KAPCSOLATOS TÉMÁKBAN
TANFOLYAMOK ÉS SZEMINÁRIUMOK TERVEZÉSE,
SZERVEZÉSE ÉS LEVEZETÉSE, VALAMINT
VIZSGÁZTATÁS;
OKTATÁSI ANYAGOK SZERKESZTÉSE ÉS KIADÁSA

vonatkozásában a National Quality Assurance Limited által
BS EN ISO 9001 : 1994 szabvány alapján
értékelteit, és nyilvánításba helyezteit.

Ezen nyilvánításba vétel azzal a kikötéssel történt, mely szerint a Társaság a
Minőségbiztosítási Rendszerét a fenti szabványnak megfelelően működteti és azt az
NQA rendszeres felülvizsgálásának aláveti.

The Seal of National Quality Assurance Limited
was hereto affixed in the presence of:



Managing Director

Tanúsítvány szám: 7564/2

Kelt: 12 június 1996.

Szabványos ipari besorolási kód: #9330/9631



National Quality Assurance Ltd is registered in England, Registration No. 7205565, Registered Office: Village House, 31 Arden Endowment, London SE1 7JL.

Végezetül elismerések, emléktárgyak átadására került sor.

A Magyar Minőség Társaság érdemét,

a társaság érdekében kifejtett tevékenységükért:

Dányi István, dr. Huszay Gábor, Somogyi Miklós és dr. Szűcs Barna
urak, a minőség területén elért szakmai eredményeik elismeréséért:

Becker István, Ferber István, Majoros István és Prof. dr. Veress Gábor
urak kapták.

Miniszeri Elismerő Oklevelet adományozott az ipari miniszter

Balázs István, Halász Tamás és dr. Vargay Zoltán uraknak,

a honvédelmi miniszter pedig *Károly Béla* úrnak.

Tárgyjutalomban részesült

Bernáth Lajos, Hertelendy Csabáné, Kovács Zoltán, Rendes János,
Rosenmayer András és Turós Tarjáné.

Dr. Pázmándi úr a kitüntetések és tárgyjutalmak átadás után kérte
Társaság tagjait, hogy munkájukkal továbbra is segítsék elő az MMT
fejlődését, majd bezárta a közgyűlést.

A Hungarolab tisztújító közgyűléséről

Tisztelt Partnereink, Társszervezetek, Tisztelt Tagszervezeteink!

Örömmel tájékoztatjuk, hogy a Hungarolab – alapszabályának
megfelelően – megtartotta tisztújító közgyűlését 1996. június 3-án.

A közgyűlés elismeréssel elfogadta a korábbi ciklus ügyvezető elnök-
ségének munkáját, az arról készült beszámolót és a tiszt-
ségviselőknek megadta a felmentést. Egyidejűleg megválasztotta

a Szövetség új elnökét, *Lazur Lajos* urat, a MEEI igazgatóját,
a nyolctagú ügyvezető elnökséget:

Bölcskei András – minőségbiztosítási osztályvezető,
Hírközlési Főfelügyelet

Dr. Havas István – kandidátus, címz. egyetemi docens,
BME Mechanikai Technológiai Tanszék

Dr. Kovács Károly – ügyvezető igazgató, Metalcontrol Kft., Miskolc

Dr. Kovács Károly – minőségügyi igazgató, ÉMI Rt.

Dr. Markó József – vezérigazgató, AGMI Rt.

Dr. Nagy Csaba – megbízott főigazgató, ORKI

Dr. Sas Barnabás – igazgató, OÉVI

Zentai Tibor – programfelelős, Magyar Befektetési és
Kereskedelmfejlesztési Rt.

a háromtagú ellenőrző bizottságát:

Fodor Olivér – főosztályvezető, MBF

Dr. Török Ilona – főosztályvezető, OGYI

Czeglédi-Jankó Géza dr. – vegyész, magánszakértő.

A tisztségviselők és a titkárság megbízatása 3 évre szól.

A közgyűlés alapszabályán kisebb módosításokat hajtottak végre.

A közgyűlés állást foglalt a Szövetség szakmai programjairól, új szak-
bizottságok létrejöttéről, a tagozati munkatervek fő pontjairól, tovább-
á arról, hogy kidolgozza és működtetni fogja a Hungarolab Szakmai
Elismerési (akkreditálási) Rendszert.

A szakmai programokról és az Elismerési Rendszerről később
bővebb tájékoztatást tesz közzé az ügyvezető elnökség.

A Szövetséggel kapcsolatos ügyekben várjuk a megkereséseket a
Hungarolab titkárságán, telefonon a 166-98-91 számon, vagy levél-
ben 1518 Bp., Diószegi út 37. címen.

Dr. Kovács Károly, a Hungarolab titkára

A Top Point Információs és Marketing Kft.

2. alkalommal rendezi meg kiállítását

QUALY-CON '97

Gyakorlati Minősegbiztosítás és -Ellenőrzés

címmel. A kiállítás időpontja és helyszíne

1997. április 22-24.

Budapesti Műszaki Egyetem, Aula.

A kiállítók és az előadók az alábbiak megoldásában segítik látogatóinkat:

- nem tudja, hogyan kezdjen hozzá minőségpolitikája megfogalmazásához,
- minősegbiztosítási rendszere nem tanúsított,
- vállalkozót keres az előírt mérések, ellenőrzések és vizsgálatok elvégzésére,
- hitelesíttetni vagy kalibráltatni akarja mérőeszközeit, műszereit,
- nincs mérő-, ellenőrző- vagy vizsgálófelszerelése,
- akkreditáltatni szeretné vizsgáló laboratóriumát,
- problémái vannak a beszállítóival, alvállalkozóival,
- nem tudja tervezni szerződéseinek minőségügyi elfogadási kritériumait,
- problémái vannak a minőségügyi költségtervezéssel.

Érdeklődése esetén kérjük az alábbi információs szelvényt részünkre visszaküldeni.



TOP POINT Információs és Marketing Kft.

Budapest VIII. Vajda P. u. 12.

1384 Bp. 62. Pf.: 778 Tel./Fax: 133-5955, 210-0400/2377

Cégünk érdeklődik a QUALY-CON '97 kiállítás iránt

- ☐ **Kiállítóként.** Kérem, küldjenek részünkre ajánlatot a kiállításon való részvétel lehetőségeiről.
- ☐ **Látogatóként.** Kérem, küldjenek részünkre meghívót a kiállítást megelőzően.

A további kapcsolattartásban cégünk képviselője

Cégnév:

Név, beosztás:

Cím:

Telefon: Fax:

Tanfolyamok 1996-ban

MINŐSÉGÜGYI TANFOLYAMOK

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

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

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

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

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

Jelentkezés és felvilágosítás: EMI-TÜV Bayern Kft.

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

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

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET TANFOLYAMAI

OKJ-szakképesítést adó tanfolyamok:

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

ANYAGVIZSGÁLÓ TANFOLYAMOK:

- Radiológiai vizsgáló: RT1, RT2, RT3
 - Ultrahangos vizsgáló: UT1, UT2, UT3, UT2T
 - Mágneses, penetrációs, vizuális vizsgáló: MPVT1, MPVT2
 - Örvényáramos vizsgáló: ET1, ET2
 - Rezgéselemző: VAT1, VAT2
 - Színképelemző: ST1, ST2
 - Általános hegesztett terméket vizsgáló inspektor: INSP
- Vizsgaköteles közép- (1), felsőfokú (2 és 3) és továbbképző tanfolyamok.

KOMPLEX EUOMÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ TANFOLYAM

Időtartam: 900 óra

Regisztrált munkanélkülieknek díjtalan a részvétel!

KÖRNYEZETVÉDELMI TANFOLYAMOK

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

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

Ipari szennyezés-kibocsátások csökkentésének technológiai és gépészeti megoldásai

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

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

JELENTKEZÉS ÉS FELVILÁGOSÍTÁS

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

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

Nemzetközi rendezvények 1996-ban

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

IIW-központ, Budapest, 1996. augusztus 31–szeptember 6. Szervező: GTE Hegesztési Központ Szakosztály

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

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

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

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

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

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

A Gépipari Tudományos Egyesület országos rendezvényei:

Mechanoplast '96 – nemzetközi műanyag kollokvium, Tata, szeptember 30–október 2. Korrózió és környezetvédelem, Debrecen, 1996. október 7–12.

A Magyar Kémikusok Egyesülete országos rendezvénye:

39. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Mosonmagyaróvár, szeptember 4–6. Jelentkezés: az MKE titkárságán 1027 Budapest, Fő utca 68. Fax: 201 8056. E-mail: h11536 mke@ ella.hu.

Nemzetközi rendezvények 1997-ben

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

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

14th Int. Conf. on Structural Mechanics in Reactor Technology – SMIRT 14 –, Lyon, Franciaország, 1997. augusztus 17–22. Cím: SMIRT 14 Secretariat, c/o Michel Livolant, SMIRT-97 – B.P. 64; 91193 Gif sur Yvette Cedex, France. Fax: (+33) 169089696

3rd EUROMECH Solid Mechanics Conf., Stockholm, Svédország, 1997. augusztus 18–22. Cím: Dr. Per-Lennart Larsson, Royal Inst. of Technology, S-10044 Stockholm, Sweden. Tel.: (+46) 87907540, fax: (+46) 84112418, e-mail: 3esmc@hallf.kth.se

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

5th Int. Conf. on Biaxial/Multiaxial Fatigue and Fracture, Krakko, Lengyelország. 1997. szeptember 8–12. Jelentkezés előadás-kivonattal 1996. október 30-ig. Cím: Dr. W. Bedkowski, Techn. Univ. of Opole, ul. Miolajczka 5; 45–233 Opole, Poland. Tel.: (+48) 77556041, fax: (+48) 77556080

11th Int. Conf. on Surface Modification Technologies, Párizs, Franciaország, 1997. szeptember 8–10. Jelentkezés angol nyelvű előadás-kivonattal 1997. január 15-ig. Cím: Chantal Iannarelli, Congrès Scientifiques Services (C2S), 2 rue des Villarmains, BP 124–92210 Saint Cloud Cedex – France, Tél: 33 1 47 7190 04, Fax: 33 1 47 7190 05



ELE

International

Környezetvédelem

VÍZ

- ← **pHox** adatgyűjtők és monitor rendszerek
- ↙ vízen és vízben olaj monitorok
vízmintavevők
 - BOD, COD analizátorok
 - Paqualab vízminőségellenőrző rendszer
mikrobiológiai, fizikai, kémiai vizsgálatokhoz →



TALAJ

Talajmintavevők és osztályozók
Eszközök fizikai és kémiai vizsgálatokhoz,
Talajvíz vizsgálata



LEVEGŐ

Gázelemzők az emissziós és az imissziós
tartományban
Meteorológiai, környezetvédelmi mérőállomások
Hőmérséklet-, páratartalom-
és légsebességmérők

Magyarországi képviselő:

TESTOR

Budapest, 1538 Pf. 528,
Budapest XII., Meredek u. 45.
Tel.: 319-4782 • Fax: 319-2284



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);
- Mell-index mérő;
- ingás ütőművek;
- automatikus fonálszakítók;
- kopásvizsgáló;
- kapillár reométer,
- mooney-viszkoziméter



IK A - Analysentechnik



IK A ADD 1 kén- és halogénmeghatározó készülék



IK A C 5000 típusú kaloriméter

Precisa



nedvesség-mérő készülék
analitikai- és táramérlegek hitelesíthető kivitelben is,
önkalibrálós rendszer,
csatlakoztatható nyomtató
precíziós mérlegasztalok
SVÁJCI MINŐSÉG,
KEDVEZŐ ÁR!

AHLBORN ALMEMO

hőmérséklet, légsebesség, légnedvesség, nyomás, frekvencia, mV, mA, fordulatszám és egyéb jellemzők mérése egy készülékkel;

érintés nélküli infrahőfok-mérők, adatgyűjtők, szoftverek, nyomtatók



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

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

Kérésre ingyenes részletes gyártmánykatalógust és információt küldünk!