

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

1. évfolyam
2. szám
1991.



ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

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

Felelős szerkesztő:
dr. Lehofer Kornél

A szerkesztőbizottság tagjai:
Becker István
dr. Borbás Lajos
Fücsök Ferenc
dr. Havas István
Kecskés Péter
Szabó Sándor
dr. Tóth László

Szerkesztő:
Moldvai Ferencné
Kiadja:
TESTOR BT.

Felelős kiadó:
Szapponos György
ügyvezető igazgató

Előfizetési díj 1991-re (1–3 szám):
450,- Ft

Előfizethető közvetlenül a kiadónál,
ill. postautalványon, vagy átutalással
az OKHB RT 214-88883/2149-9467
szla.számra. Az előfizető csekken
a KÖZLEMÉNY rovatban kérjük írják
be az előfizetésre vonatkozó
időszakot.

Hirdetések felvétele és kéziratok leadá-
sa a TESTOR BT. címén,
Moldvai Ferencné szerkesztőnél.

Nyomda:



Felelős vezető: Szabó Lajos
Szedés: PC-Print BT.

**Ha Ön az újságban megjelenő
cikkekről bővebben kíván érdeklődni
– akár visszamenőleg is – kérjük a
hivatkozási kódszám jelölésével
szerkesztőségünket megkeresni.**

FIGYELEMI

Aki 1991. okt. 30-ig beküldi
az előfizetési lapot, az még
részt vesz a sorsoláson,
melynek díja:

**1 fő ingyenes részvétele az
V. ECNDT európai
roncsolásmentes
anyagvizsgáló
konferencián**

(Triest, 1991. nov. 24–28.)

Tisztelt Kolléganők és Kollégák!

Az Anyagvizsgálók Lapja 1. számának kedvező fogadtatása, a szerkesztőségünkbe szóban és írásban beérkezett hasznos észrevételeik a lapindítást kísérő kétségeinket oszlatja. Köszönjük mind a buzdító, elismerő, mind a segítő szándékú bíráló szavakat, javaslataikat.

Örülünk, hogy Önök is szükségesnek érzik egy, az anyagvizsgálat egészét átfogó olyan szaklapnak a megjelenését, amely a lényegében azonos fizikai, fizikai-kémiai elveken alapuló, de az egyes iparágakban, anyagspecifikus jellemzők miatt, többé-kevésbé módosuló roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálati, minőség- és állapotellenőrzési módszerekről, eszközökről olyan, rovatokba szerkesztett cikkeket közöl, amelyek elősegítik a célnak megfelelő eszközök kiválasztását, az általánosan hasznosítható vizsgálati, értékelési, adatkezelési és feldolgozási elvek, módszerek, valamint az anyagok és kombinációikból előállított kompozitok makro- és mikroszerkezete és tulajdonságai közötti összefüggések rendszerszemléletű érvényesülését.

Ezen általánosan megfogalmazott igények kielégítését szolgálják lapunk Készülékek, berendezések, Vizsgálati módszerek és Számítástechnika címszavakkal jelölt rovatai. Minőségbiztosítás rovatunkban az egyes gyártmányokra kidolgozott és működtetett minőségbiztosítási rendszerekben az anyagvizsgálat mit, hol, hogyan, mivel és mikor rendszerszemléletű szerepének a bemutatására törekszünk. Ehhez kapcsolódik az egyes európai normák szerinti gyártás és minősítés időszzerű kérdésköre is. A Szabványosítás rovatunkat elsősorban ilyen információk közlésére indítottuk.

Ugyanakkor igény van olyan információkra is, amelyek segítik a szakterületen belüli együttműködést bemutatva az egyes laboratóriumok felkészültségét, lehetőségeit, továbbá tájékoztatnak a tapasztalatcserét kínáló szakmai rendezvényekről. Ezért indítottunk a Bemutatjuk a ... labort és az Eseménynaptár rovatainkat.

A megrendelt hirdetések közlése is a gyakorlati munkát segítő információ. Ennek keretében munkahelyet, berendezést, kapacitást, szoftvert... Kínál-keres apróhirdetési rovatot is indítunk, ha ilyen megrendelést kapunk.

Az eddig megjelent két számmal útjára bocsátott Anyagvizsgálók Lapja természetesen még nem tükrözheti maradéktalanul lapszerkesztési ars poetikánkat, amelyet a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete által 1897-ben alapított és közel fél évszázada – az egyesülettel együtt – megszűnt Anyagvizsgálók Közlönye annak idején megvalósított.

A szakmai összetartozás szétfoszlott szövetének újrászövéséhez azonban idő is kell. A hírtérkéző információk begyűjtéséhez, a cikkíráshoz, de lapunk olvasói-előfizetői körének bővítéséhez is kérjük az iparágak szerint szerveződött tudományos egyesületeknél működő anyagvizsgáló szakcsoportok támogatását is.

Ahhoz azonban, hogy lapunk rovatai friss, a szakterületen dolgozók mindennapi munkáját is segítő információkkal szolgálhasson mindenekelőtt az kell, hogy Önök szakítsanak időt tapasztalataik, eredményeik lényegének megírásához.

Az anyagvizsgálók szakmai közösségének munkáját így módon is segítő támogatásukat előre is megköszönve várjuk szerkesztőségünk címén lapunk bármely rovatába illő írásait, véleményüket és hírdetéseiket is. Szerkesszük együtt az Anyagvizsgálók Lapját!

Tisztelettel
Dr. Lehofer Kornél
felelős szerkesztő

KÉSZÜLÉKEK, BERENDEZÉSEK – INSTRUMENTS, EQUIPMENTS – GERÄTE, ANLAGEN

Dr. T. W. Frank: MTS vezető szerepe a szimulációs vizsgálati technológiában MTS-Leadership in Simulation Test Technology Rührende Rolle der Firma MTS in der Simulationstechnik	39
Pető János: Az SPM gépállapotellenőrző műszerek gyakorlati alkalmazásának tapasztalatai Practical experience of the application of SPM engine-monitoring system Die Erfahrungen der praktischen Anwendung von SPM Maschinenzustandskontroll-geräten	39
Lóránth Ervin: Vélemény az MHK 4 hordozható örvényáramos vizsgálókészülékről Opinion about portable eddy-current testing instrument: MHK 4 Meinung über dem portablen Wirbelstromgerät MHK 4	42
Dr. Réti Pál: A roncsolásmentes vizsgálat újdonságai Recent development in nondestructive testing Neuigkeiten in der Zerstörungsfreien-Werkstoffprüfung	43

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK – TESTING METHODS – PRÜFMETHODEN

Dr. Záray Gyula: Mikrohullámú sugárzás alkalmazása az anyagvizsgálatban Application of microwave-technology in Materials Testing Die Anwendung der Mikrowellen in der Werkstoffprüfung	45
IV. Országos Törésmechanikai Szeminárium Hungarian national Seminar in fracture mechanics Das IV. nationale Bruchmechanikseminar	46
Pellionisz Péter: Akusztikus emissziós vizsgálat, 1. rész: mérés technikai alapok Testing by acoustic emission. Part 1. Fundamentals Akustische Emission Teil: 1 Messtechnische Grundbegriffe	47
Dr. Thamm Frigyes: Maradó feszültségek mérési módszerei Measurement methods for residual stresses. Die Prüfungsmethoden der Restspannungen	52
Dr. Brenner András, dr. Havas István: Hegesztett szerkezetek töréssel szembeni megbízhatóságának becslése Estimation of the reliability against fracture at welded structures Die Abschätzung der Zuverlässigkeit der Schweißkonstruktionen gegen Bruch	60

SZÁMÍTÁSTECHNIKA – COMPUTERTechnick – Computertechnik

Dr. Tóth László, dr. Tisza Miklós: Számítógéppel segített anyagtudomány Computer-aided material science Computer-unterschützte Werkstoffkunde	63
Lenkeyné dr. Bíró Gyöngyvér, Major Zoltán, dr. Tóth László: Műszerezett ütőmű a Miskolci Egyetem mechanikai technológiai tanszékén Instrument equipped „diar py-pendulum” on the chair of Mechanical Technologie for the Miskolc University Instrumentiertes Schlagwerk im Institut für Mechanische technologie der Universität in Miskolc	64
Mérésadat kiértékelő szoftverek Software for measurment data processing Messdaten-auswertende Softwaren	66

BEMUTATJUK ... A LABORT – THE ... LABORATORY IS INTRODUCED – WIR STELLEN DAS LABOR ... VOR

Roggács Zoltán: RÁBA Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Laboratórium The laboratory of NDT of the RÁBA factory Das Zerstörungsfreiwerkstoffprüflabor der Firma RÁBA	67
---	----

SZABVÁNYOSÍTÁS – STANDARDISATION – NORMUNG

Varga Sándorné: Szabványügyi Műszaki Bizottságok a könnyűiparban Technical Committies for standardising in the „Light Industry”	69
---	----

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – QUALITY ASSURANCE – QUALITÄTSSICHERUNG

Becker István: Ut a minőség biztosításához The way for betto quality Weg zur Qualitätssicherung	70
--	----

MÉRFÖLDKÖVEK – MILESTONES – MEILENSTEINE

Interjú dr. Réti Pállal Interview mit herrn dr. P. Réti Interview with Mr. dr. Réti	73
---	----

ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER 75

MTS vezető szerepe a szimulációs vizsgálati technológiában

Dr. T. W. Frank

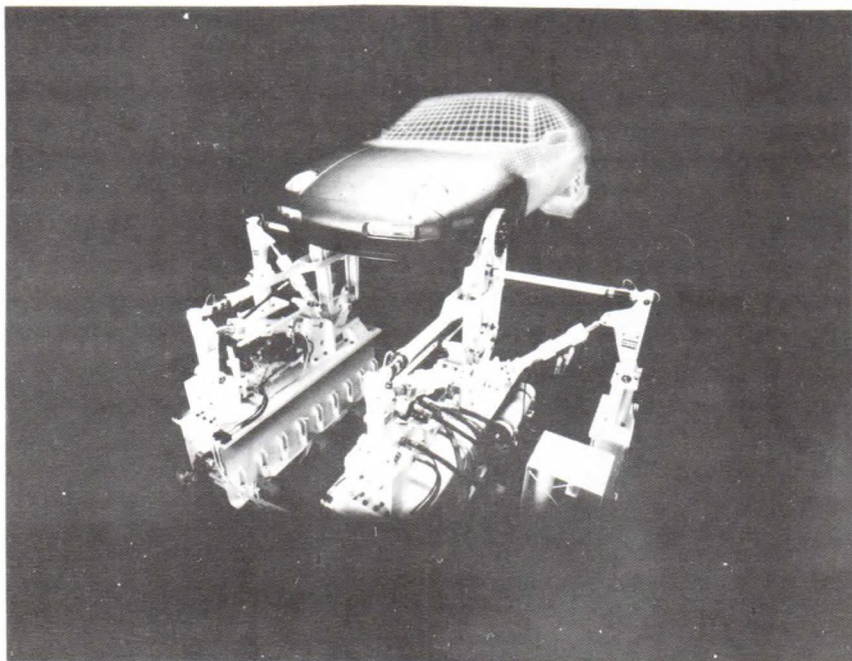
Az úttest-szimulátor fontos eszköz napjaink igen versenyképes, öntörvényű ipari környezetében. A szimulációs technológia alkalmazása jelentős előnyt nyújt a járműgyártóknak a piacépes járművek kifejlesztéséhez vezető hatékony utak megtalálásában.

A járműfejlesztési ciklusba illesztett laboratóriumi úttest szimulációs technológia növeli a termék megbízhatóságát, teljesítő képességét és minőségét miközben minden eddiginél jobban lerövidül a járműfejlesztés ciklusa. A hagyományos járműfejlesztési módszerekhez képest drámaian lecsökken a költségráfordítás, mivel a fejlesztés szakaszában kevesebb jármű prototípusra van szükség és így kisebbek a szerkesztéssel, a pótmunkákkal és a jármű jótállásával kapcsolatos költségek is.

A vizsgálati és ellenőrzésanalitikai technika számos előnyének köszönhetően a laboratóriumi úttest-szimulátort növekvő mértékben alkalmazzák a termékfejlesztéshez. A vezérelt laboratóriumi szimulációs vizsgálat lehetővé teszi a teljes vizsgálati próbadarabot terhelő, időben változó összetett igénybevételének sokcsatornás másolását. A valós terepi környezet pontos szimulálása közvetlen korrelációs kapcsolatot teremt a vizsgált keréknyom és a laboratórium között. Az MTS Systems Corporation a szimulációs technológiában világcég. Tapasztalatainkat magába foglalja a Remote Parameter Control (RPC*), a világon az első szimulációs vezérlő szoftver-rendszer, amely lehetővé teszi a felvett esemény-mezőnek

a pontos reprodukálását a laboratóriumban. A kifejlesztett RPC* rendszer tartalmazza a DEC VAX automatizált rendszereket alkalmazó legújabb digi-

keréknyom-események és felületek lehető legszélesebb tartományának laboratóriumi szimulálását. Valóban, az MTS szimulációs berendezés, a Model



tális számítógépes technológiát is. Az MTS Systems Corporation vezető szerepet visz a többtengelyű bemenő rendszerek fejlesztésében. Ezen technológiának a fejlődése növeli a képességet, az eredményességet és a minőséget, lehetővé téve a vizsgált

329 Simulation Fixture ezt a tökélyt már több mint tíz éve képviseli és a világon a legszélesebb körben használt, többtengelyű igénybevétellel vizsgáló berendezés.

912 039 001

Az SPM gépállapotellenőrző műszerek gyakorlati alkalmazásának tapasztalatai

Pető János*

Vállalatunk, a Zalai Kőolajipari Vállalat, 1952-ben alakult a zalai olajmezőn kitermelt kőolaj elsődleges feldolgozására. Cégünk fő profilja a bitumengyártás, a különféle minőségű bitumenek előállítása az ún. fuvatási eljárással. Ezen műveleteket desztilláló toronyokban, illetve oxidáló berendezéseken végezzük

el, folyamatos üzemmenet mellett. A technológiai és gépi berendezéseink állapota, a folyamatos üzemmenet, a tűz- és robbanásveszélyes technológia miatt fokozott karbantartási követelményeket kívánnak meg.

A gépekre és berendezésekre az MSZ 14399/80. számú szabvány szerinti karbantartási utasítások készültek. Ezek tartalmazzák a karbantartási ciklus-

időket és az egyes karbantartási fokozatokat. Ezek üzemeltetési tapasztalatok alapján lettek megállapítva, így állandóan átdolgozásra szorulnak. E ciklusidő szerinti karbantartásfokozati módszerek már elavultak, ezek helyett olcsóbb és, bizonyos feltételek teljesülése mellett megbízhatóbb, az állapot szerinti karbantartási rendszer bevezetése.

* Zalai Kőolajipari Vállalat

Az állapot szerinti karbantartás feltételeinek megteremtéséhez egy új eljárást, a rezgésanalizálást és diagnosztizálást kellett bevezetni.

Ezen módszeren alapuló karbantartásunk túlnyomó részét a forgógépek, ezen belül a szivattyúk, ventilátorok és villamos motorok alkotják. Ezen berendezések a vállalati állóeszközök 80 %-át teszik ki, ez megközelítőleg 1000–1200 berendezést, illetve egységet jelent. Szelektálva ezen egységeket, kiemelve a nagyértékű, illetve a technológiából adódóan nélkülözhetetlen eszközöket, a diagnosztizálást és a vizsgálatokat kb. 100 egységre terjesztettük ki.

Mindezek végrehajtásához a tavalyi év folyamán vásároltunk az SPM Instrument cégtől 1 db 43/A típusú rezgésimpulzus mérésre szolgáló műszert. (1. ábra)



E műszerrel, az előzőekben felsoroltak figyelembevételével, megkezdjük előbb a betanulást, majd folyamatosan a berendezések vizsgálatát. Számunkra meglepő tények kerültek felszínre a vizsgálatok megkezdésekor, illetve már a készülék betanulásakor. A vizsgált berendezések közel 60 %-ánál a kenés hiányát állapítottuk meg, amelyet megszüntetve ezen egységek rezgésmérési értékei a normális szintre beálltak. Vizsgálataink során kb. 10 esetben váratlan meghibásodást okozó csapágyértéket regisztráltunk, amelyeket a szétszerelés után a gyakorlatban is megalapozottan találtunk. Az eddig lefolytatott mérések gyakoriságát és hatékonyságát vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a vizsgált egységek meghibásodása a módszer bevezetése óta szinte nullára esett vissza, csapágyhibából adódó váratlan meghibásodás nem fordult elő.

Karbantartó szerelőink elfogadták vizsgálataink megállapításait sőt, minden esetben igénylik az újonnan összeszerelt egységek mindenkor bevizsgálását. A vizsgálatokról, illetve mérésekről az SPM cég által kiadott adatlapokat használjuk, amelyekre a mérési eredményeket havonta felvesszük. Így folyamatosan figyelemmel kísérhetjük a csapágyak állapotát és előre tudjuk

jelezni a szükséges csapágycserék elvégzésének időpontját szinte abszolút pontossággal.

Ezt úgy tudjuk elérni, hogy amikor az időszakos mérések során (havonta) a mért küszöbérték emelkedését észleljük, a mérési gyakoriságot heti egyszeri, szükség esetén napi egyszeri mérésre emeljük fel. Ilyen metodika szerint vizsgáljuk a következő egységeket:

- szovjet, NK típusú centrifugál szivattyú,
- csőkemencék és kazánok ventilátorai,
- csavarkompresszorok,
- villamos motorok 10–100 kW teljesítményig.

A villamos motorokat általában motorcserekor, illetve új motorral való összeépítésnél vizsgáljuk meg. Lényege, hogy üresjáratban megmérjük az elektromotort és annak csapágycsereit, majd összeépítve a szivattyúegységgel vagy ventilátorral ismét mérjük mindkét berendezés csapágycsereit.

A legnagyobb problémát az jelenti, hogy magát a csapágyat nem tudjuk futáspróbának alávetni, illetve ebben az állapotában mérni. Így nehezen szűrhető ki, hogy rossz csapágy vagy szerelési pontatlanság miatt mérjük a magas jelszintet.

A motorok mérését a következő gyakorisággal végezzük: a 10-50 kW közötti motorokat negyedévente, az 50 kW feletti motorokat havonta. Az állapottól, illetve a mért értékektől függően sűrítjük a mérések számát. Kritikus érték mérésekor előre programozzuk a szükséges csapágycserét.

Vállalatunk rendelkezik az SPM cég által gyártott EMC 11 típusú villanymotorvizsgáló műszerrel, melynek alkalmazásával a következő tapasztalatokat szereztük. (2. ábra)

Általános megállapítás az, hogy az EMC 11 típusú hordozható, ellenőrző műszer lényegében „többet is tud”, mint amit tulajdonképpen várhatunk tőle. Nagy előnye – többek között –, hogy különböző típusú műszerek helyett egy univerzális műszerrel tudjuk elvégezni azokat a vizsgálatokat, méréseket, amelyek a gyors és megbízható diagnosztizáláshoz szükségesek. Azon túlmenően, hogy ez az egy műszer több műszer feladatát képes ellátni, kezelése nem vált bonyolulttá, és csekély betanulás után egyszerűen elvégezhetőek az egyes mérések a funkció kapcsoló megfelelő működtesével, a műszeren lévő egyéb csatlakozások és szabályzók előírt alkalmazásával. Feltétlen előny az is, hogy az ellenőrző vizsgálatok a helyszínen végezhetőek el, így a munkaigényes szerelési és szállítási munkák mellőzhetőek, illetve azokra csak akkor kerül sor, amikor a motor, a villamosberendezés diagnosztizálása megtörtént és a vizsgálatok szerint szükséges



azoknak szakmühelybe szállítása, javítás végett.

Ez nyilván gazdasági megtakarítást is jelent, aminek kimutatása a mi nagyságrendünk mellett, valamint rövid tapasztalataink alapján még nem forintosítható.

Mivel a műszer funkciójából eredően „hordozható” – hiszen lényege is az, hogy a vizsgálatok a felszerelés helyén történjenek a csatlakozások megbontása nélkül –, elképzelhetőnek tartanánk bőrből készült válszijas hordtáskás kivitelben a szállítást, így a kézben mozgatás-hordozás kiküszöbölhető lenne.

Ez év őszén vásároltunk 1 db GA-55 típusú ATLAS-COPCO csavarkompresszort 2,2 millió Ft értékben. A berendezést a nagy értéke és fontossága (központi levegőrendszer ellátása) miatt már induláskor bevontuk a vizsgálati körbe. A készülékre stabilan beszerelhető lökésimpulzus érzékelőket kívánunk szerelni, csatlakozó aljzatra szerelve, kábelezzük és TNC aljzattal ellátva. Ezen kialakítás biztosítja azt, hogy minden esetben ugyanazon a helyen történjen a megismételt mérés. Tervünkben szerepel 1 db GA 75 típusú csavarkompresszor beszerzése, melyet az előzőekhez hasonlóan stabil lökésimpulzus mérőhellyel látunk el és az A-2010 típusú lökésimpulzus analízátorral fogjuk elvégezni a méréseket mindkét gépegységen. Ez az egyszerűen kezelhető kéziműszer három mérési funkciót egyesít, nevezetesen: a csapágyállapot-ellenőrzést, a fordulatszám-mérést és a rezgésellenőrzést a gép általános állapotának a megítélésére.

912 039 002

SPM[®] Instrument

SPM INSTRUMENT INT. Ges. m. b. H.
A— 2232 Lessingasse 18
Austria
SPM INFORMÁCIÓ BUDAPEST
1116 Budapest, Fehérvári út 198. VI. 25.
Levelezim: 1519 Budapest Pf. 373
Tel/Fax: 182-7611
Fax: 165-8007 • Tlx: 22-46-47

Az SPM az állapotfüggő karbantartási műszerek és ellenőrzési rendszerek tervezésében és gyártásában vezető helyet foglal el a világban.

Az SPM a forgalmazó részlegeinek világméretű hálózatával, azok szakképzett személyzetével több mint 50 országban biztosítja a szervízt, a tanácsadást és a betanítást.

Az SPM a tevékenységével azonosul a minőséggel, az innovációval és a szolgáltatással.

Az SPM praktikus, könnyen kezelhető műszereket gyárt, amelyek segítségével gyorsan és objektíven megállapítható a gépek üzemi állapota.

Az SPM termékeket az ipari karbantartás négy fő területén alkalmazzák:

- » Golyós- és görgőscsapágyak kenési viszonyainak és állapotának ellenőrzése a szabadalmazott SPM (lökésimpulzus módszer) módszer használatával
- » a rezgés erősségének ellenőrzése
- » a gépek egytengelyűségének ellenőrzése
- » karbantartási műszerek



TERMÉKEINK

Hordozható csapágyvizsgáló mérőkészülékek
A csapágyvizsgáló az SPM által szabadalmaztatott Lökésimpulzus Módszeren (SPM) alapszik, amely bármely típusú görgőscsapágy esetén részletes információt ad a csapágy mechanikai állapotáról és a kenési viszonyokról.

A T2000 Lökésimpulzus vizsgáló a felületi hibákat, a helytelen összeszerelést, a száraz futást és egyéb csapágyhibákat jelez. Az azonnali kiértékelés egy zöld-sárga-piros állapotjelző skálán jelenik meg.

Az A2010 Lökésimpulzus analízátor a csapágyhibákat méri és elemzi a kénofilm kialakulását a görgő felületek között. A T2000 és az A2010 egyaránt alkalmazható rezgésmérőként és fordulatszám-mérőként is.

A BAS-10 Csapágyelemző méri a csapágyállapotot és a kenési viszonyokat. Memória-kazettán tárolja a mérési sorrendet, a csapágyak adatait, a kiértékelést és közvetlenül személyi számítógéphez csatlakoztatható.

Folyamatos figyelőrendszerek
Folyamatos figyelőrendszerre ott van szükség, ahol egy kényeszerkelet igen magas költséggel jár, vagy ahol az üzemi körülmények a közvetlen kézi mérést nem teszik lehetővé.

Az MCM Rendszer csapágyhibákat és/vagy rezgéserecséget veszlelési szinteket jelez. Az egység 16 csatornával rendelkezik, a veszlelési szintek és a késleltetések leje külön-külön programozhatók. Külső jelzőrendszer a csatornák reléihez csatlakoztatható.

A BMS Rendszer egy számítógéppel vezérelt ellenőrző rendszer, mely max. 4000 csapágy viz-



gálatára építhető ki, teljes körű csapágyállapot adatszolgáltatással.

Az SPM Software tárolja és feldolgozza a BMS rendszer, a BAS-10 és az A2010 mérési eredményeit. Mérési utasítások, veszlelési listák stb. elkészítésében segít, alkalmazható egy adott berendezéssel rendelkező optimális kenési tervének ki-számításához.

Rezgésmérő és rezgésfigyelő készülékek
Az SPM rezgésmérő készüléket az ISO 2372 (DIN 2056) ajánlásokhoz igazodva a rezgésebesség effektív értékét méri.

A VIB-10 Rezgésmérő kéziműszer a rezgésértékek periodikus méréseire szolgál, segítségével ki-egyensúlyozatlanság, helytelen összeszerelés mu-tatható ki.

A VIB-20 Rezgésfigyelő rendszer lehetőséget ad egy gép rezgés szempontjából kritikus pontjának folyamatos, mérésel történő ellenőrzésére. Két állítható veszlelési szinttel és egy analóg kime-nellel rendelkezik. A VIB-20 rezgésfigyelő az MCM rendszer részeként is használhatjuk, ezzel biztosítva egyrészt egy szükséges karbantartás je-zését, másrészt egy veszlelítő kör vezérlését a megfelelő rezgésértékek elérésekor.

Diagnosztikai műszerek a karbantartáshoz
A TAC-10 Fordulatszám-mérő három funkcióval rendelkezik: fordulatszám-mérés optikai (érintés-mentes) módszerrel, érintéses módszerrel, vala-mint érintéses kerületi sebesség méréssel.

Az LDE-10 Szivárgáskereső nyomás alatti rendsze-reken külső és belső részek (lékek) helyét mutatja ki. Ultrahang adóval együtt tömítésselőrzésre al-kalmas pl. tartályokon, konténereken, autók stb.



Az ELS-12 Elektronikus szétválasztó egy érzékeny lehallgatókészülék, amellyel a gépeken a zajok forrásait lehet lokalizálni.

Az EMC-11 Villamosmotor-ellenőrző készülékekkel nyitott és zárt áramköröket és szigetelési hibákat mérhetünk elektromos motorokon és más három-fázisú gépeken. A tápkábelek leköltése nélkül mérhetjük a tekercsellenállásokat és az induktív-tásokat.

A gépek egytengelyűségének beállítása
A csapágyak korai törésének, kopásának, ill. az erős rezgések kialakulásának egyik fő oka az ösz-szekapcsolt gépek egytengelyűségének pontatl-an beállítása.

A MAC-5 készülék egy komputer, amely egy vagy több csatlakozó gép egytengelyűsítéséhez szükséges méreteket jelzi ki. Az eltéréseket elektro-nikus mérőórák méri. A MAC-5 műszerrel három módon végezhetünk egytengelyűség ellenőrzést és egy nyomtató is kapcsolható hozzá.

A MAC-10 egy egyszerűbb egytengelyűség el-lenőrző készülék. Az egytengelyűség beállítá-sához szükséges méréseket ellentétes oldalon elhe-lyezett mérőórákkal végzik. Az elektronikus és a mechanikus mérőórákat csatlakoztató egysége mindkét műszer tartozéka.

A Rayshim elnevezésű nagypontosságú illesztő alátétek rozsdamentes acélból vagy sárgarézből készülnek. Segítségükkel gyorsan és pontosan le-het elvégezni a függőleges irányú beállítást.

Homolya György
irodavezető

1. BMS csapágyfigyelő rendszer
2. MAC-10 egytengelyűség-beállító
3. A 2010 típusú lökésimpulzus analízátor

Vélemény az MHK4 hordozható örvényáramos vizsgálókészülékről

Lóránth Ervin*

Az MHK4 készüléket – a gyártó és forgalmazó Testor BT ajánlása szerint – elsősorban a fáradásra igénybe vett forgó-mozgó gépelemek, pl. tengelyek, turbinalapátok, járókerekek, fogaskerekek és járműelemek időszakos állapotellenőrzéséhez fejlesztették ki. Segítségével megbízhatóan felderíthetők az anyagkifáradás hatására keletkezett repedések. Így a váratlan törések okozta üzemzavarok és károk megelőzhetők. A vizsgálandó gépelem anyagától függően három szonda csatlakoztatható a készülékhez, mégpedig:

- az FE jelű a ferromágneses anyagokhoz (pl. szerkezeti acélok),
- az AU jelű az ausztenites acélokhoz és
- az NFE jelű a nem mágnesezhető fémekhez és ötvözetekhez.

A szonda csatlakoztatásával a készülék automatikusan a megfelelő üzemmódra kapcsol. A szondát a vizsgálandó tárgy felületére merőlegesen kell ráhelyezni. A szondába épített tekercs gerjeszti az örvényáramot a tárgyban és ez a tekercs érzékeli az indukált áram mágneses terét, illetve annak pl. repedés okozta megváltozását. A műszerrel egyidejűleg háromféleképpen észlelhető a hiba:

- fényjelzéssel (LED),
- hangjelzéssel (piezoelektromos csipogó), és
- az analóg műszer mutatójának kilengésével.

A műszer üzemi frekvenciája 3,5 MHz. Érzékenysége 0,3 mm mélységtől már kimutathatóvá teszi a felületi hibát.

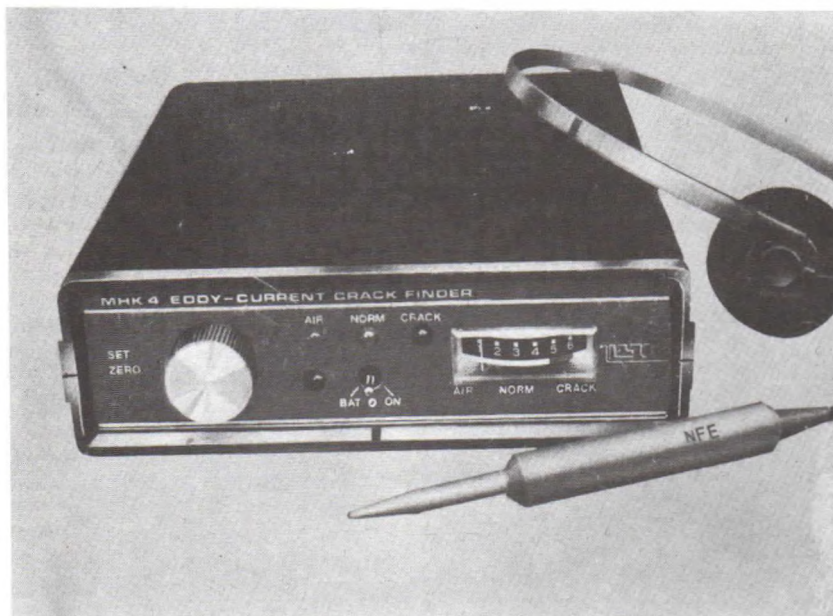
A vizsgálandó felület különös előkészítést nem igényel, csak a fellazult idegen anyagokat kell eltávolítani. Nagy előny, hogy a hiba kimutathatóságát nem befolyásolja a felületi festékréteg. Kellő gyakorlattal a készülék kijelző műszerének mutatóját a nullázó gombbal, a szondának ismert mélységű repedésre helyezett pozíciójában, középállásba hozhatjuk (elhangolás), majd a szondát a már kimutatott repedésre helyezve a mutató kilengéséből a repedés mélységét is kielégítően becsülhetjük.

A készülék a kimutatott hibát természetesen nem minősíti. A kimutatott repedés veszélyességének megítélése – az alkatrész igénybevételének, az

üzembiztonsági és egyéb műszaki szempontoknak a figyelembevételével – a vizsgálatot végző feladata.

A műszerrel szerzett tapasztalataink megerősítik a gyártó cég ajánlásait. Valóban a műszer jól összegzi magában az örvényáram hatásán alapuló méréstechnikát. Ahol ezideig más diag-

befolyásolja a hibakimutathatóság érzékenységét. Úgy véljük, célszerű lenne meghatározni az Ra felső határértékét. Esetleg etalon alkalmazása is javasolható. A durva felületi érdesség egyébként a szonda élettartamát is csökkenti. Javasolható továbbá egy részletesebb – az általunk említett tapasztalatokra



nosztikai eljárást alkalmaztunk – pl. penetrációs, ultrahangos vizsgálatot – ott is jól használható a készülék ellenőrző vizsgálatként. További előny, hogy ott is használható, ahol a felület más módszerrel pl. mágneses repedésvizsgálattal már hozzá nem férhető. Ilyen esetekben különösen előnyös a fejhallgatón keresztül – a nullázott, hibátlan állapothoz képest – jól hallható hangmagasság-változáshoz rendelhető hibafelismerés. Így a vizsgáló a szonda célszerű áthelyezésével a hiba kiterjedésének behatárolására összpontosíthatja figyelmét.

Vállalatunknál különböző felületi érdességű szerkezeti elemeken végeztünk az MHK4 műszerrel ezeket a repedésvizsgálatokat, mégpedig: tengelyeken ($R_a = 0,16 - 0,08 \mu m$), fűrészárazon ($R_a = 0,63 - 0,32 \mu m$) és tartályfalakon a hegesztési varratok hőhatásövezeteiben ($R_a = 10 - 5$, ill. $2,5 \mu m$). Azt tapasztaltuk, hogy a felületi érdesség

is kiterő – műszer- és méréstechnikai ismertető elkészítése is.

Összefoglalva, az MHK4 műszer jól használható, tetszetős. Kis méretei (154 x 46 x 173 mm) és tömege (0,85 kg) miatt is könnyen kezelhető, jól illeszkedik rá a védelmet is nyújtó börtök. Üzemideje töltés nélkül legalább 30 óra.

912 042 003

**Ez az Ön
hírdetési helye!**

1.500,- Ft + ÁFA

* NKfV Szolnok, Algyői üzem

A roncsolásmentes vizsgálat újdonságai

Már több éves hagyomány, hogy az F. Wilhelm GmbH. et Co. KG., amely 18 nyugat-európai céget képvisel,* a Budapesti Nemzetközi Vásár idején a hazai anyagvizsgálók részére is műszaki információs szimpóziumot rendez. Az idén május 21-23 között, a Duna



1. ábra

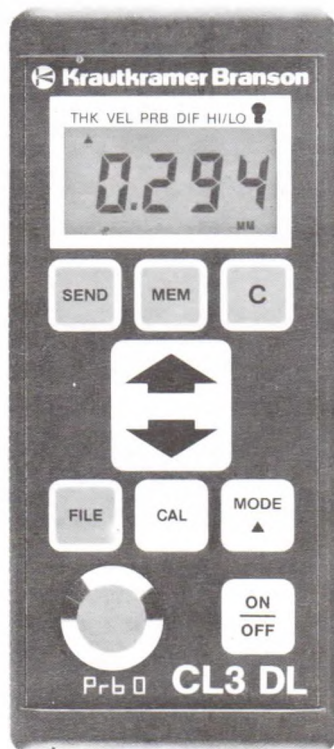
Intercontinental Szállóban tartották meg ezt a bemutatóval egybekötött rendezvényt. Az itt látottakból-hallottakból mutatunk be néhány újdonságot.

Az **Institut dr. Förster GmbH.** cég egyik újdonsága az 1. ábrán látható Sigmatest D2.068 típusú, mikroprocesszorral vezérelt villamos vezetőképességmérő kéziműszer, amely nemvas fémek vizsgálatára használható. Különösen a fémelőállító és feldolgozó üzemekben jól szolgálja a gyors és megbízható ellenőrzést. Ezáltal elkerülhető az egyes adagok, vagy minőségek keveredése. De ellenőrizhető az egyes tételek homogenitása is. Különböző vizsgálatok is végezhetők vele, például alumíniumötvözetek hegesztett kötésein az átmeneti zóna kimutatása, vagy rézben a foszfortartalom meghatározása.

A műszer mérési tartománya: 0,5 – 65 MS/m, pontosság: a mért érték 1 %-a, hőmérséklet kompenzációval. Mérési frekvenciák: 60, 120, 240 és 480 kHz. A megengedett környezeti hőmérsék-

let: 0 – + 55°C. A 4 db NiCd-akkumulátorral, vagy 4 db 1,5 V-os elemmel működő készülék üzemideje 8 óra.

A **Krautkramer GmbH.** cég széles profíliát látja az ultrahangos műszerek és készülékek egész sorát. Ezek nagy része már hazánkban is jól ismertek az anyagvizsgálat és az állapotellenőrzés terén. Úgyisint a vizsgálati berendezések különféle tartozékai, ún. vizsgálófejek, hitelesítő eszközök stb. Kevésbé ismert viszont a CL3 DL típusjelű falvastagságmérő kéziműszer, beépített adattárolóval. A 2. ábrán látható vezérlőgombokkal kiválasztható a kívánt üzemmód, mégpedig:



2. ábra

- **THK** beállítás: szokványos vastagságmérés,
- **VEL** beállítás: hengerfalvastagság-mérés, kalibrálás ismert hangsebességre,
- **DIF** beállítás: a falvastagság beállított névértékétől való eltérés kijelzése,

- **HI/LO** beállítás: a beállított vastagsági tűréshatárokon kívüli értéknél riasztás.

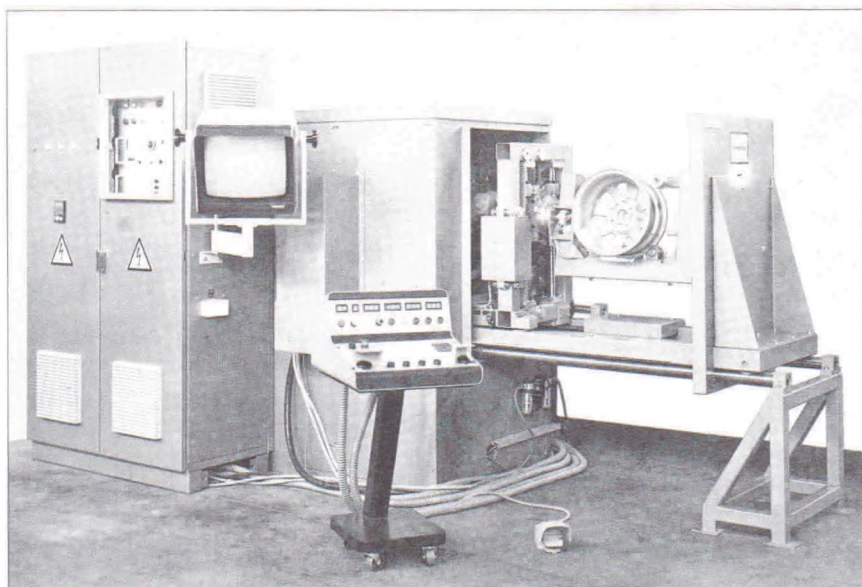
A műszer az ultrahang visszaverődés elvén működik, mérve egy impulzus futásidőjét. A készülékhez kapcsolható nyomtatóval gyors mérési jegyzőkönyv készíthető. A készülékben 1200 mérési adat tárolható. Mérési tartomány acélra, üzemmód váltással 5,0 – 380 mm, (felbontás: 0,01 mm), ill. 0,25 – 25 mm (felbontás: 0,001 mm), míg műanyagokra 0,125 mm-től – 0,001 mm-es felbontással – mérhető a vastagság. A mérés hangsebesség-tartománya: 254 – 15.000 m/s. A kéziműszer 3 db 1,5 V-os alkáli elemmel működik 35 üzemórán át.

A **Richard Seifert et Co.** cég ipari röntgenberendezései közül a gyors üzemi vizsgálatokra szolgáló, közvetlenül az üzemben felállítható átvilágító berendezéseket emeljük ki. A DP 51 és a DP 51P típusjelű berendezést (3. ábra), öntött könnyűfém dobok és más alkatrészek szűrőpróba, vagy 100 %-os sorozatvizsgálatára ajánlják. A vizsgálati idő igen rövid, ezért az ellenőrzés eredménye alapján, ha szükséges, a technológiai módosítás gyártás közben is elvégezhető.

Fontosabb műszaki jellemzői: a tárgymanipulátor vízszintesen, a besugárzásra merőlegesen 200 mm-t, függőlegesen 150 mm-t mozgatható, illetve a vízszintes tengely körül $\pm 90^\circ$ -kal dönthető és a besugárzási tengely körül körbe forgatható. A mozgítás pneumatikus. A vizsgálati idő 45 – 120 s. A berendezés isovolt 160 egyenfeszültségű röntgenkészülékkel és egy képadó rendszerrel van felszerelve. A DP 51 tárgymanipulátora csak néhány mozgásra programozható mechanikus büttyökkel, míg a DP 51 P berendezés tanulóprogrammal vezérelhető, mégpedig 16 hasonló alakú, de különböző méretű alkatrésze, programonként hét vizsgálati lépéssel.

A DP 210 típusjelű átvilágító berendezés kisebb méretű alkatrészek vizsgálatára szolgál. A vizsgálandó darabokat kézi manipulátorral lehet mozgatni, amely sugárvédett átvezetéssel van a kabin falába beépítve. Az adagoló ablak mérete: 430 x 700 mm. Sugárfor-

* Magyarországi képviselő: Wilhelm Hungaria Kft. Bp. 1052 Petőfi tér 2.



3. ábra

rásul a jól bevált, erős kivitelű Eresco 150/5 Be röntgenberendezés szolgál, amely finomfókuszú és berillium ablaka van. A sugárzás energiája 1 kV-os fokozatokban finoman szabályozható. A képalkotó rendszer VISTALUX típusú, melynek lényeges eleme a nagyteljesítményű röntgen képerősítő és a CCD típusú televíziós kamera. A képek kontrasztúak, zajszegények és még mozgó tárgy esetén is élesek.

A **Salomon Automation GmbH**, grázi cég acéllemezek tárolásához automatizált magasraktár-rendszereket kínál. A raktározásra kerülő acéllemezek alakellenőrzése, méreteinek és tömegének mérése automatizált. Így az alak- és mérethibás lemezek még betárolás előtt kiszűrhetők.

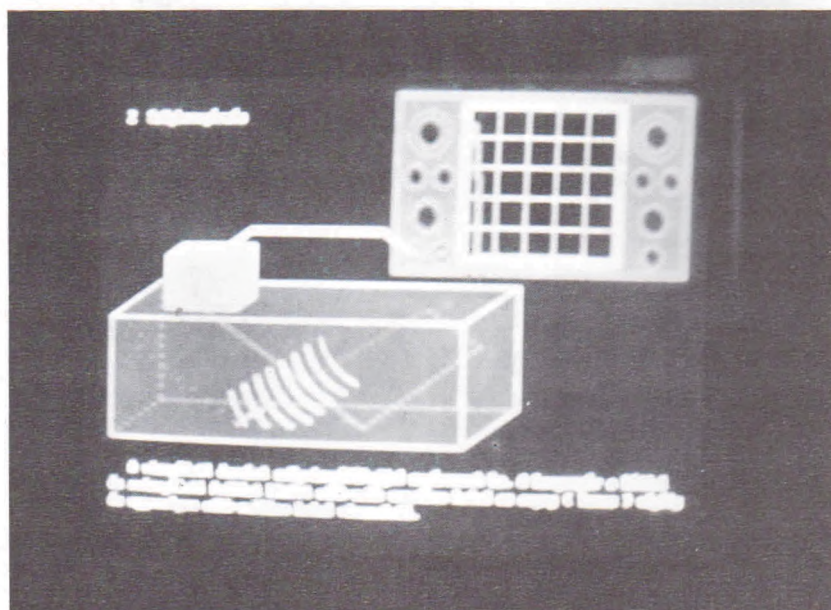
A szimpóziumnak magyar vonatkozású bemutatója is volt. Az **Erókar** anyag-

vizsgáló és állapotellenőrző főosztályának dolgozói a roncsolásmentes anyagvizsgálatok szemléltető bemutatására számítógépes oktatóprogram-rendszert dolgoztak ki. A rendszer tartalmazza az ultrahangos, a radiográfiai vizsgálatok alapjaira és technológiájára, a mágneses és a penetrációs repedésvizsgálatra, a vizuális és az örvényáramos ellenőrzésre vonatkozó legfontosabb információkat. A vizsgálatok egyes lépései grafikusan megjeleníthetők, illetve a képek kimerevíthetők. Egy példát a 4. ábrán láthatunk. Csoportos oktatás esetén a számítógép által készített kép videorendszeren át, vagy kivetítéssel is szemléltethető.

Dr. Réti Pál

912 043 004

4. ábra



prometheus



**PROMETHEUS
TÜZELÉSTECHNIKAI
VÁLLALAT**

Telefon: 127-2018/258 mellék

TISZTELT LEENDŐ PARTNERÜNK

Felajánljuk az OMH által akkreditált gázkeverő laboratóriumunk szolgáltatását:

másodlagos gázösszetételi hiteles anyagminták

NO, NO₂, SO₂, CO, CO₂, C₂H₄, C₃H₈, C₄H₁₀, H₂, O₂,

széles skálájú koncentrációval, levegőben vagy nitrogénben, ± 1%-os relatív bizonytalansággal történő gázelegeinek elkészítése. Felhasználási területük elsősorban **gázmérő és gázélemező műszerek ellenőrzése, kalibrálása**.

Szíves figyelmükbe ajánljuk – e tevékenységünkkel összhangban – a fent említett gázok mérésére szolgáló gázmérő és gázérzékelő mérőeszközök javítását illetve kalibrálását az OBF által engedélyezett és minősített Vizsgáló Állomásunkon.

Tisztelettel
Egri Gábor

Mikrohullámú sugárzás alkalmazása az anyagvizsgálatban

Záray Gyula*

A mikrohullámú sugárzás (10^9 - 10^{12} Hz) frekvenciájú elektromágneses sugárzás „hőforrásként” való alkalmazhatósága már a negyvenes évek elején ismertté vált. A kutatók megfigyelték, hogy az anyagok a mikrohullámú sugárzással való kölcsönhatás szempontjából három csoportra oszthatók, mégpedig a sugárzást reflektáló (fémek), átengedő (szigetelők) és abszorbeáló (dielektrikumok, oldatok) anyagokra. Ezen utóbbi anyagtípusoknál a mikrohullámú sugárzás-anyag kölcsönhatás során fellépő energiaabszorpció a permanens vagy indukált dipólusmomentummal rendelkező molekulák rotációján és az ionos vezetésen, azaz ionok elektromágneses mezőben bekövetkező migrációján alapul. A dipólusok rotációja egy 2450 MHz frekvenciájú mikrohullámú tér alkalmazásánál a molekulák másodpercenként 4.9×10^9 számú átrendeződésében, azaz a termikus rendezetlenség állapotából az elektromágneses tér által meghatározott irányba történő beállításban nyilvánul meg. A mikrohullámú sugárzás ilyen módon bekövetkező abszorpciója a dipólusmomentum nagyságán túlmenően jelentős mértékben függ a kérdéses anyag viszkozitásától és hőmérsékletétől. A mikrohullámú sugárzás ionos vezetés révén létrejövő abszorpcióját viszont döntően az ionok töltése, koncentrációja és mozgékony-sága, valamint az oldat hőmérséklete szabja meg. Érdekes megemlíteni, hogy vizes oldatok hőmérsékletének növekedésével a dipólusok rotációjának a szerepe csökken és egyre inkább az ionos vezetés válik meghatározó folyamattá.

Adott mikrohullámú erőterben a különböző anyagok felmelegítési sebessége, az abszorpciót befolyásoló tényezőkön túlmenően, függ az illető anyag hőkapacitásától is. Például a kénsav, amely viszonylag nagymértékű abszorpciós képességgel és ugyanakkor csekély hőkapacitással rendelkezik, kis mennyiségű mikrohullámú energia zárt térben létrejött abszorpciója révén, rendkívül gyorsan magas hőmérsékletre felhevíthető a gőznyomás számottevő megnövekedése nélkül. Ez egy kritikus jelenség, amely a mikrohullámú sugárzást átengedő (transzparens)

anyagokból készített edények élettartamát döntően befolyásolja.

A mikrohullámú sugárzással való energiaközlésnek a hagyományos, hővezetésen alapuló módszerrel szembeni lényeges előnye, hogy az anyag felmelegedése a minta külső és belső régióiban egyidejűleg megy végbe, ami a felmelegítési idő jelentős csökkenését eredményezi. Ez az előnyös tulajdonság azonban csak a mikrohullámú sugárzás által átjárt térfogategységekre vonatkozóan áll fenn, azaz a behatolási mélység egyben determinálja a praktikus vizsgálati minta tömegét, illetve térfogatát. Például a 2450 MHz frekvenciájú sugárzás behatolási mélysége 20°C hőmérsékletű vízben kb. 25 mm.

Az ipari és laboratóriumi célú berendezésekben a mikrohullámú sugárzás előállítására szolgáló manetronok a hírközlő és kommunikációs rendszerek frekvenciaelosztására vonatkozó 1959-es genfi egyezmény értelmében csak négy rendkívül keskeny frekvenciasávban üzemeltethetők (915 ± 25 , 2450 ± 13 , 5800 ± 75 és 22125 ± 125 MHz), amelyek közül – függetlenül a konkrét felhasználástól – a 2450 ± 13 MHz a legáltalánosabban használt. A kimenő teljesítmény laboratóriumi készülékeknél max. 0.6-1.0 kW, míg ipari célú berendezések esetében 10-50 kW nagyságrendű.

A fentiekben vázolt jelenségek és összefüggések anyagvizsgálati szempontból az alábbi területeken használhatók:

Anyagok nedvesség, illetve szárazanyag tartalmának gyors meghatározása

A vízmolekulák nagy dipólusmomentumából adódóan a víz különböző anyagrendszerekből rendkívül gyorsan – a hagyományos hőközlési eljárások időigényének tört része alatt – elpárolgatható. Ezen célra konstruált készülékeknél a szárítási folyamat vége a mikrohullámú térbe beépített mérleg segítségével automatikusan megállapítható. Értelmszerűen bármely más módszer adott anyagból való eltávolítása és mennyiségének meghatározása azonos módon megoldható.

Szilárd anyagok feltárása; mintaelőkészítés a kémiai összetétel meghatározására

alkalmas oldatos atomspektroszkópiai technikák (atomabszorpciós vagy induktív csatolású plazma sugárforrást alkalmazó atomemissziós spektrometria) használatához

Geológiai eredetű minták (ásványok, kőzetek), metallurgiai anyagok (korrozáló Ni-, Co- vagy Cr-alapú ötvözetek, salakok), biológiai és klinikai anyagok (emberi vagy állati szervek, vér), környezetvédelmi minták (iszapok, szálporok, talajok) vagy különböző kerámiagyártásra szolgáló alapanyagok (oxidok, nitridek, karbidok) ásványi savakkal történő gyors oldatba vitele vagy adott szennyezőelemek extrakciója.

A feltárás visszafolyós hűtő alkalmazásával atmoszférikus nyomáson, vagy a feltáró bombarendszer anyagától és konstrukciójától függően 1-80 bar nyomástartományban elvégezhető. A bombák külső, a mintákkal érintkező része teflonból készül, míg a megfelelő mechanikai stabilitást adó külső köppeny általában polikarbonát.

A mikrohullámú teljesítmény és a feltérési idő többlépcsős programozhatósága mellett alapvető jelentőségű a nyomás és hőmérséklet folyamatos kontrollja. Ez lehetővé teszi ismeretlen anyagrendszerek feltérési receptjeinek kidolgozásánál a biztonságos munkavégzést, azaz a kritikus nyomáshatár átlépéséből adódó robbanás elkerülését. A feltérési alatti maximális nyomáshatár is előre programozható, amelynek elérése után a nyomás és ezen keresztül a hőmérséklet állandó szinten marad a magnetron impulzusüzemű vezérlése révén.

Szerves anyagok teljes „Kjeldahl” nitrogéntartalmának meghatározása

A széles körben alkalmazott Kjeldahl-féle nitrogén meghatározási módszer alapvetően három lépésből áll:

- a szerves nitrogén kénsavval és különböző adalékanyagokkal 350 - 400°C -on végeztet konvertálása ammóniumhidrogénszulfáttá
- az ammóniumsó bontása és NH_3 előállítása
- az NH_3 kvantitatív meghatározása titrással

A mikrohullámú tér alkalmazásával az első lépés drasztikusan lerövidíthető és

* ELTE TTK Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék, Bp. 112 Pf. 32. 1518

a hagyományos eljáráshoz viszonyítva 20-szor rövidebb, mintegy 6 perc alatt analitikai információ adható egy szerves anyag nitrogéntartalmáról.

Hamvasztás

Különböző anyagrendszerek (papírok, műanyagok, növényi eredetű minták stb.) elemanalitikai vizsgálatához szükséges mintaelőkészítés időigénye 5-10-szeres faktorral csökken, amennyiben a hagyományos kemencék helyett mikrohullámú hamvasztó készüléket alkalmazunk.

A mikrohullámú térbe helyezett, mintegy 1000-1500 cm³ belső térfogatú hamvasztó kemence különleges kerámiaanyagból készül, amelynek hőmérséklete – 950 W mikrohullámú teljesítmény mellett – néhány perc alatt eléri az 1200 °C-t. A kemencétől származó hőhatás, valamint a minta saját abszorpciója egyaránt szerepet játszik a hamvasztás szempontjából. Az 1-5 g tömegű minták hamvasztása a mikrohullámú tér választott teljesítményétől függően a fenti anyagoknál 10-15 perccel igényel.

További információk: az amerikai CEM cég, amely mintegy 10 éve a mikrohullámú anyagvizsgálati berendezések vezető fejlesztője és gyártója, a SKYLAB osztrák kereskedelmi céggel közösen alkalmazástechnikai laboratóriumot hozott létre az ELTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékén. Itt lehetőség kínálkozik mélyebb információk szerzésére, továbbá a berendezések megismerésén túlmenően előkísérletek elvégzésére is.

912 045 005

IV. Országos Törésmechanikai szeminárium

A Gépipari Tudományos Egyesület anyagvizsgálattal, hegesztéssel, gépek és szerkezetek tervezésével foglalkozó tagjainak kezdeményezésére – az érdekelt társaságok és akadémiai bizottságok szakmai támogatásával – életre hívott és immár 10 éves múltú visszatekintő rendezvénye Miskolc-Lilla-füreden a Palota Szállóban került megrendezésre 1991. április 10-12. között. A szervezés sokrétű szakmai feladatát most is a Miskolci Egyetem GTE csoportjának tagjai, elsősorban a mechanikai technológiai tanszék munkatársai vállalták, míg a technikai lebonyolítást, a helyi tudományos egyesületek támogatását is élvező, Oktáéder Tudományos Egyesülés végezte, tegyük hozzá: kifogástalanul. Azt, hogy a korábbiakhoz képest nem csökkent kritikus mértékben a résztvevők száma, a rendezvényt anyagilag is támogató Metalcontrol Vaskohászati Anyagvizsgáló Kft., a Csavar- és Húzottárú Rt., a Testor BT. és az MTA KFKI AEKI cégeknek is köszönhető. Új vonás a kutatások szponzorálása is, pl. a Magyar Hitel Bank Rt. „A magyar műszaki haladásért” alapítvány által.

Dr. Terplán Zénó akadémikus, a GTE exelnöke személyes benyomásaira és naplójegyzeteire alapozva felvillantotta a szeminárium hagyományt teremtő átlomásait és pozitív hatását a törésmechanika gyakorlati alkalmazásba vételében.

Csoba Tamás, Miskolc polgármestere – mellest Terplán tanár úr volt tanítványa –, meleg hangú köszöntőjében kitért az ipari szerkezetváltást kísérő gondokra is, de azokra a lehetőségekre is, amely Miskolcot a tudományos turizmus egyik központjává teheti. Ebben a Miskolci Egyetem meghatározó sze-

repet kíván vállalni, amint erre dr. Cselényi József tudományos rektorhelyettes mutatott rá „Az egyetem stratégiája a tudományos kutatás és a nemzetközi kapcsolatok területén” című előadásában. Az egyetemi és a külföldi kutatóhelyek, valamint a borsodi térség vállalkozóinak együttműködésével *technológiai centrum* létrehozása a cél. Ebben a térség egyik legnagyobb és az átalakítás nehézségeivel eredményesen küzdő vállalat, a Dimag Rt. is partner. Ez is kitünt dr. Tolnay Lajos elnök-vezérigazgató „A magyar vaskohászat perspektívája a piacgazdaság feltételei között” című előadásából, melyet Dusko Lajos kereskedelmi igazgató olvasott fel.

A szeminárium alapvető célja változatlan: nyílt eszmecsere a törést okozó károsodási folyamatokról és az ezeket leíró modellekről, vizsgálati módszerekről. A szeminárium fő témakörői a következők voltak:

- Repedést, illetve repedés jellegű hibát tartalmazó gép- és szerkezeti elemek megbízhatósága. Elsősorban a hegesztett szerkezetek és nyomástartó edények, köztük az atomerőművi reaktortartályok, a nagyszilárdságú acélból gyártott tartályok megbízhatóságát elemző, vizsgálatokkal alátámasztott eredményekről hallottunk.
- Törésmechanikai anyagjellemzők mérése, meghatározásuk reprodukálhatósága. A repedésterjedés sebességének mérése, a felülkezelte pl.: lézerrel, rétegek törésmechanikai jellemzőinek vizsgálata.
- Hazai anyagminőségeken meghatározott jellemzők és adatbankjaik.
- A technológiai feszültségek keletkezésének okai, mérésük módszerei

és hatásuk a különböző anyagvizsgálati mérőszámokra.

Mind a négy témakörben a feladatok megoldását a számítógépek célszerű használata hatékonyan segíti. Például a számítógéppel jól kezelhető véges elemes módszerrel meghatározhatók a szerkezetekben feltételezett vagy ténylegesen meglévő hibák környezetében a feszültség- és alakváltozásmező, a feszültségintenzitási tényező; továbbá a technológiai művelet pl.: hegesztés közben fellépő alakváltozások is, végső soron a visszamaradó feszültségek.

A témák iránt érdeklődőknek ajánljuk a szeminárium kiadványát, valamint a Fémek és szerkezetek törése. Alkalmazott törésmechanika című, a GTE kiadásában 1986-ban megjelent jegyzetet. (Ez utóbbi még korlátozott példányszámban kapható a GTE műszaki szolgálati irodájában, Budapest II., Fő utca 68. III. emelet.)

A szemináriumon elhangzott előadások és hozzászólások alapján megállapítható: az elmúlt tíz évben a törésmechanika alkalmazása a hazai tervezői, állapotellenőrzési és üzemviteli gyakorlat részévé vált. A szakértők ezért javasolták a törésmechanika alkalmazásának újabb eredményeit összefoglaló GTE jegyzet kiadását.

A Metalcontrol Kft-be és a Csavar- és Húzottárú Rt-be szervezett látogatás hasznos kiegészítő szakmai programja volt a szemináriumnak. Míg a szép természeti környezetben tett rövid séta, a kötetlen baráti beszélgetések, és nem utolsósorban az egyetemi élet hagyományait ápoló kohász-gépész szakestély felüdülést adott és kapcsolódást nyújtott a résztvevőknek.

ferKo

912 046 007

Akusztikus emissziós vizsgálat

I. Rész: méréstechnikai alapok

Pellionisz Péter*

Bevezetés

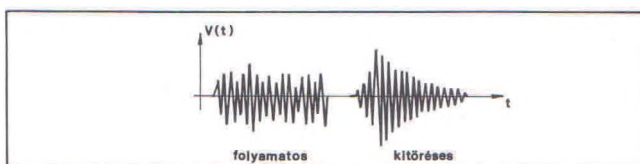
Az egyik legújabb anyagvizsgálati módszer az akusztikus emissziós vizsgálat. Háromrészes sorozatunkban ezzel a ma még kevésbé ismert módszerrel ismertetjük meg az olvasót. Az első rész a módszer jellegzetességeit mutatja be, megismerteti az érzékelés, jelfeldolgozás és értékelés technikájával. A következő rész az alkalmazási területeket ismerteti és gyakorlati mérések eredményeit mutatja be. A harmadik rész képet ad az akusztikus emissziós műszerek piacáról és bemutatja a hazai gyártásból beszerezhető eszközöket.

Az akusztikus emissziós jel és terjedése

Mindenki előtt ismertek a törésekből eredő hangok. Amit a roncsolásmentes vizsgálatokban akusztikus emisszióknak nevezünk, ettől a jelenségtől lényegében csak fizikai paramétereiben tér el. Az akusztikus emissziók szokásos mérési tartománya a hallható hangok frekvenciatartománya fölé, általában 100 kHz és 1 MHz közé esik, az amplitúdók pedig – többnyire mikroszkópikus változásokból származóan – igen kicsik és csak a szilárd anyagban terjedő testhangként érzékelhetők. Az akusztikus emisszió – a tovaterjedő nyomáshullám – a szilárd anyag szerkezetében a terhelés hatására létrejövő olyan mikroszkópikus változások következménye, mint például krisztallit-deformációk, mikrotörések, szemcsehatár-mozgások, diszlokációk keletkezése és elmozdulása. Ha ezek a források halmazódnak, nagy tömegben lépnek fel, makroszkópikus változásokat tapasztalunk, mint pl. repedés, törés és jelentős energiájú hangkitöréseket észlelünk.

Az akusztikus emissziós vizsgálat lényege, hogy a terhelés hatására létrejövő hangjelenségek elemzésével következtéseket tudunk levonni az anyagszerkezet változásaira.

Az akusztikus emisszió fenti, ún. primér forrásain kívül gyakran találkozunk szekunder emissziós forrásokkal is: ilyenek lehetnek például a törésfelületek mozgásából eredő súrlódások. Megkülönböztethetők egyedi hangkitörések, illetve folyamatos akusztikus emissziós jelek, amelyek számtalan egyedi hangkitörés eredőjeként jönnek létre (1. ábra). Gyakran akusztikus emisszióról beszélünk akkor is, amikor nem a szilárd test deformációja, hanem más okok (pl. gőz- vagy folyadékszívárgás) eredményezik a hangokat.



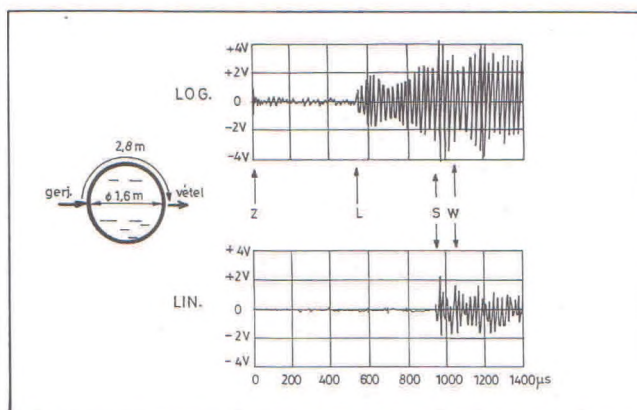
1. ábra

Folyamatos, illetve kitöréses akusztikus emissziós jel

A keletkező nyomáshullámok az anyagban különböző módusokban terjednek, diszperziós és reflexiós hatások következtében torzulnak és a közeg tulajdonságaitól függően csillapodnak. A gyakorlatban számítással szinte lehetetlen követni a jelek módosulását, sőt még a terjedési sebesség

és a csillapításviszonyok megállapítása is kísérleti úton történik.

Az elmondottakat illusztrálja a 2. ábra, amely egy 1,6 m átmérőjű kazándobon végzett hitelesítő mérés eredményét mutatja lineáris illetve logaritmikus erősítő kimenetén. (A logaritmikus erősítő „összenyomott” átviteli skálával rendelkezik: a kis jeleket nagyobb, a nagyobbakat kisebb mértékben erősíti, mintegy 80-100 dB dinamikát biztosítva.)

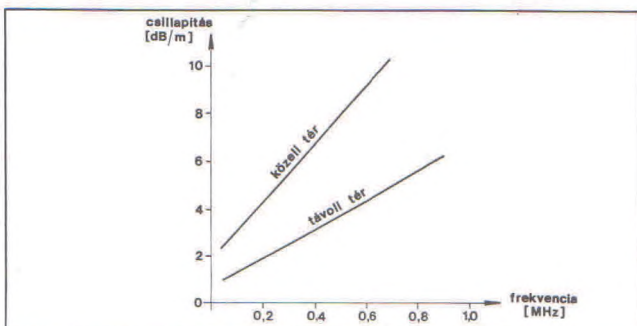


2. ábra

A gerjesztőimpulzusra kapott válaszjel a tartály túloldalán lineáris (LIN) és logaritmikus (LOG) erősítő kimenetén

Látható, hogy a Z zajjelekre ülve először longitudinális hullámok jelennek meg (L). A rezonáns-típusú érzékelő jellemző frekvenciájával rezgésbe jön, majd megérkezik a felületi hullámok (S), végül pedig a vízen keresztül jövő hanghullámok (W). A visszaverődések, rezonanciák következtében a rezgések bonyolult és lecsillapodása csak néhány ezredmásodperc alatt történik meg. Lineáris erősítőnél a rezgések egyszerűbb: itt a kis amplitúdójú longitudinális hullámok elvesznek a zajban.

Fontos tudni, hogy a terjedés közegében a csillapítás távolság- és frekvenciafüggő. A trend jól látható a 3. ábrán: a csillapítás erősen nő a frekvenciával. Nagyobb méretű objektumoknál, ahol a forrás érzékelő távolságok nagyok, ajánlatos alacsonyabb frekvenciás érzékelők használata, ezzel azonban nő az általában alacsonyabb frekvenciájú mechanikai zajok hatása is. Az érzékelők frekvenciájának megválasztása tehát sokszor nem könnyű feladat.



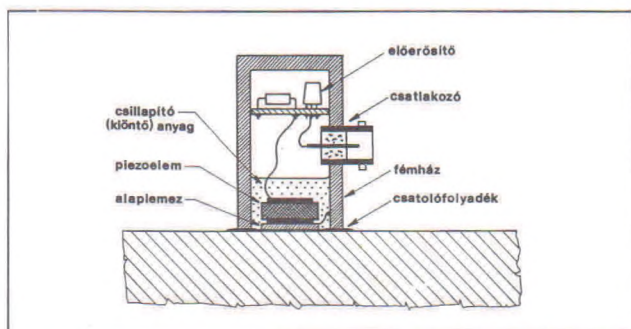
3. ábra

Tipikus csillapítás-frekvenciafüggés diagram

* MTA KFKI Atomenergia Kutató Intézet, Bp. 1525 Pf. 49.

Az akusztikus emissziós jelek érzékelése és feldolgozása

Az akusztikus emissziós érzékelők leggyakrabban piezoelektromos detektorok, amelyek általában 100 kHz...1 MHz között, egy vagy több rezonanciafrekvenciával rendelkeznek. Az érzékelőt (4. ábra) a vizsgált objektum megtisztított, simára munkált felületére szorítják, a mikroszkópikus hézagokat az alkalmazott akusztikus csatolóanyag (zsír, olaj stb.) tölti ki:



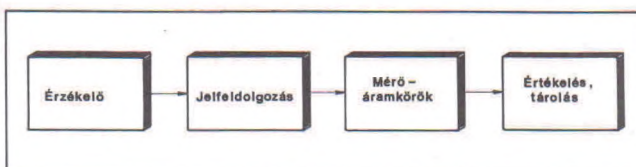
4. ábra
Akusztikus emissziós érzékelő felépítése (beépített előerősítővel)

Tálálkozhatunk szélessávú érzékelőkkel és különleges kivitelűekkel is, mint például a magas hőmérsékletű szenzorok, a beépített előerősítős vagy miniatűr kivitelű érzékelők. Általánosságban azonban a 300 kHz körüli rezonanciafrekvencia, a kb. egy méteres érzékelő előerősítő távolság, a 120 °C-os megengedhető hőmérséklet nevezhető tipikusnak. Az érzékelők abszolút hitelesítése általában a gyártónál történik, a gyakorlati alkalmazásokban relatív méréseket végeznek, gerjesztésként inverz üzemmódban impulzusgenerátorról működtetett a.e. érzékelőkkel, töltőceruza vékony grafitbelének a felületen való elpattintásával stb. Magas hőmérsékletű vagy nehezen hozzáférhető helyeken az érzékelőt ún. akusztikus hullámvezetőn keresztül csatlakoztatják a felülethez.

Az érzékelőt rövid koaxiális kábel köti össze az előerősítővel. Néhány alkalmazásnál impedancia-illesztő transzformátorok vagy az érzékelőbe beépített erősítők teszik lehetővé a detektor előerősítő távolság megnövelését. Az előerősítő mérési céltól függően lineáris vagy logaritmikus amplitudó-átvitelű, frekvenciaátvitelében az érzékelőhöz illeszkedő, kiszámított egység, amely tápfeszültségét gyakran a kimenő jel kábelén keresztül kapja. A lineáris előerősítők 40-60 dB erősítésűek, a logaritmikusok pedig a kb. 5 μ V-os bemeneti zajszintre vonatkoztatott, 80-100 dB dinamikával rendelkeznek. Az előerősítőt akár 50-100 m hosszúságúra is választható koaxiális kábelek kötik össze a mérőkészülékekhez elhelyezett vagy abban bennfoglalt főerősítővel. A felerősített hangjelek paramétereinek mérését az akusztikus emissziós mérőkészülék végzi, amely a jelek mért adatait változtatott formában – ma többnyire számítógépen keresztül – közli a felhasználóval. A számítógép könnyen és gyorsan elvégzi az értékelés, tárolás, archiválás, megjelenítés feladatait. A fentiek szerinti egysávosan akusztikus emissziós mérőlánc funkcionális sémáját az 5. ábra mutatja.

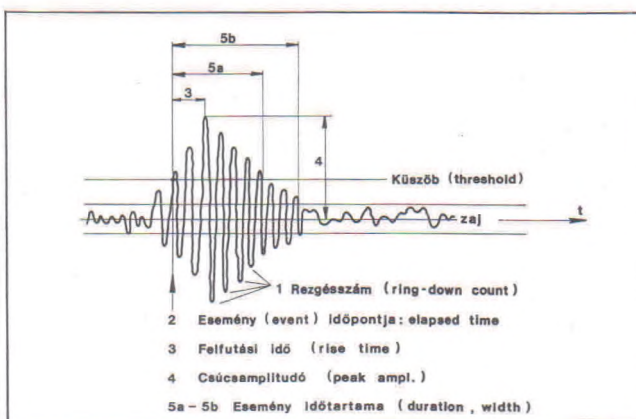
A mérőáramkörök elnevezésű egység feladata az akusztikus emissziós jelek paramétereinek meghatározása. Folyamatos akusztikus emissziós jelek figyelése (például szivárgások jelzése) leggyakrabban az RMS-érték vagy az abszolút átlag mérésével történik. Néhány egyszerűbb készüléket csupán e jelek mérésére terveztek. Szintén az egyszerű műszerek csoportjába tartoznak a számláló típusú egységek,

amelyeknél csak a hangkitörések (események) és a rezgések (oszillációk) száma mérhető és a hangforrás intenzitása így értékelhető.



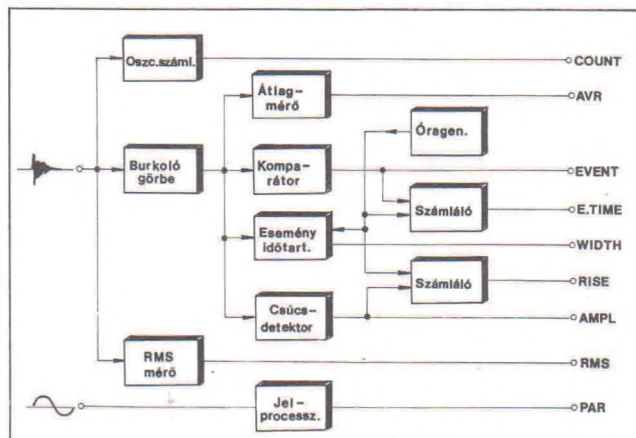
5. ábra
Egysatornás akusztikus emissziós mérőlánc blokkdiagramja

Általános esetben az akusztikus emissziós műszert úgy alakítják ki, hogy a készülék a jelek minél több paraméterének mérésére legyen alkalmas. A 6. ábra az akusztikus emissziós hangkitörések leggyakrabban mért jellemzőit mutatja.



6. ábra
Akusztikus emissziós esemény főbb jellemzői

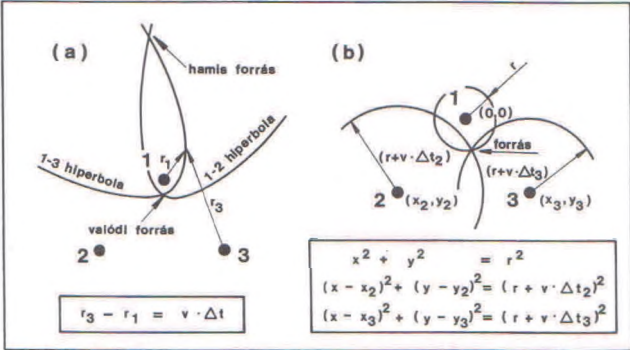
Mint látható, az esemény azonosítása a jelnek a beállított küszöbértéken való átlépésekor kezdődik. A küszöbérték lehet a jeltől függetlenül beállítható vagy bizonyos különbséggel követheti a jel burkológörbéjének átlagos szintjét (lebegő referencia). A 7. ábra egy „univerzális” akusztikus emissziós készülék blokkdiagramját mutatja, amely az akusztikus emissziós bemeneten kívül egy további, ún. paraméter-bemenettel is rendelkezik, ahová valamely, a terheléssel kapcsolatos technológiai paraméterjel (pl. nyomás, hőmérséklet stb.) kapcsolható, folyamatos regisztrálása céljából.



7. ábra
Akusztikus emissziós mérőkészülék egyszerűsített általános blokkdiagramja

Az alkalmazott akusztikus emissziós műszerek általában sokcsatornásak, azaz egyidőben több akusztikus emissziós érzékelő jeleit is fogadják. Megkülönböztetendők azok a berendezések, amelyeknek valamennyi csatornája azonosan tartalmazza a mérőáramköröket, illetve azokat, amelyek egy készlet mérőáramkört tartalmaznak és ezzel dolgozzák fel az éppen megszólaló érzékelő jelét. Utóbbiaknál egy-egy hangeseménynél csak az elsőnek megszólaló detektor csatornáján történnek a mérések (ún. first hit elv), a többi csatornán csak az időkéseések mérése történik. A különböző helyeken elhelyezett érzékelők megszólalási időkülönbségeit mérve – és ismerve a hangsebesség értékét – kiszámíthatók a forráshely koordinátái, azaz a hibajelenség lokalizálható. Felületen történő lokalizálásnál négy detektorból álló hálózatokat (array-eket) telepítenek, gyakoriak ezért a 4, 8, 16 vagy 32 csatornás műszerek.

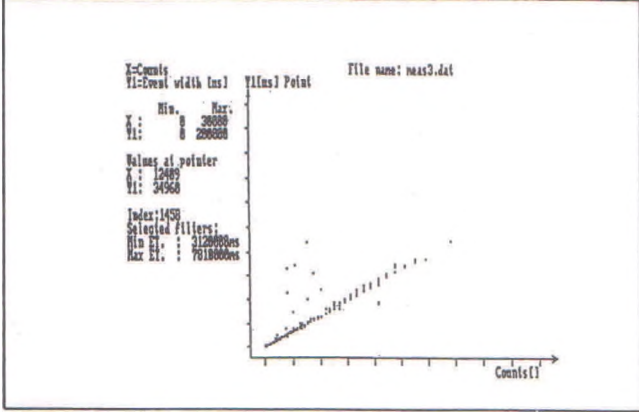
Ma már a műszerezéshez szorosan hozzátartoznak a számítógépi adatfeldolgozás és értékelés szoftver-csomagjai. Több készüléket eleve úgy terveztek, hogy részét képezi egy beépített számítógép, más esetekben a számítógép opcionális vagy éppen csak off-line üzemben használható. A rendelkezésre álló akusztikus emissziós szoftverek általában lehetővé teszik a mérési eredmények táblázatos vagy grafikus megjelenését, a különféle szempontok szerinti szűréseket, származtatott mennyiségek képzését és nem utolsósorban a lokalizációs számításokat, valamint forráshely-térképek előállítását. A 8. ábra két számítási módszert mutat be felületen történő lokalizálására.



8. ábra
Síkbeli lokalizálás hiperbolákkal (a) és körökkel (b)

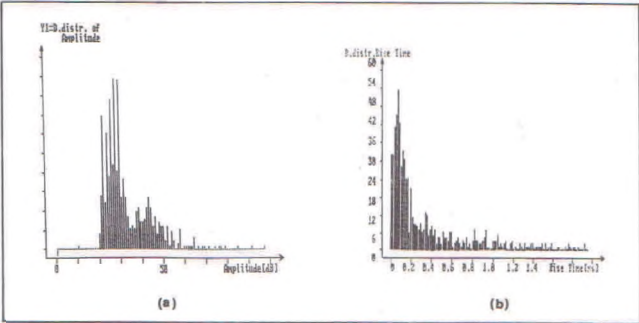
Fontos számot vetni azzal, hogy a számítás eredményét sok hibaforrás torzíthatja. Ilyen például a megszólalási idők méréseben rejlő pontatlanság, a különböző sebességgel terjedő hullámfajták, a vizsgált szerkezet vastagsága stb. A lokalizálást tehát gondos előkészületeknek kell megelőzni és a lokalizálási térképet sok esetben csak tájékoztató információnak lehet elfogadni.

Az akusztikus emissziós méréssel nyert jelek értelmezése általában bonyolult, szakismeretet és nagy gyakorlatot igénylő feladat. Általában a hangforrások helyét és intenzitását vizsgáljuk, megpróbálva kiszűrni a zavarokból más forrású zajokból eredő jeleket és feltárni a hibajelenségek és a terhelés közötti kapcsolatot. E célok elérésére segítséget nyújtanak a különböző grafikus ábrázolások, mint például a lokalizációs térképek, a paraméterek összefüggésének ábrázolása az időtengely mentén vagy egyes adattömbök statisztikai jellemzői. A 9. ábrán példaként az esemény-időtartam és az oszcillációs szám közötti statisztikus kapcsolat látható egy mérés során: ennek alapján jól elkülöníthetők az elektromos zavarokból származó, hamis események.



9. ábra
Összefüggés az esemény-időtartam és az oszcillációs szám között

A 10. ábra az amplitúdó, illetve a felfutási idő gyakoriság-diagramját ábrázolja.



10. ábra
Az amplitúdó, illetve a felfutási idő gyakoriság-diagramja

Hogy mi módon értelmezhetők az akusztikus emissziós mérési adatok, ez alkalmazásról alkalmazásra változik. Cikksorozatunk következő számában vesszük szemügyre a különböző alkalmazásokat és foglalkozunk az értelmezés kérdéseivel. A következőkben a részletek helyett az akusztikus emissziós vizsgálat általános tulajdonságait foglaljuk össze.

Az akusztikus emissziós vizsgálat helye az NDT eljárások között

Az akusztikus emissziós vizsgálati technika sok szempontból előnyösebb a szokásos roncsolásmentes vizsgálati eljárásoknál. Egyik legfőbb előnye, hogy csak a terhelés hatására keletkező vagy növekvő, tehát aktív hibák keltenek jelet, míg az egyéb eljárások nem szolgáltatnak közvetlen információt a felfedett rendelkezésségek veszélyességéről. Az ultrahangvizsgálattal talált hibáról például gyakran nem lehet eldönteni, hogy az mekkora terhelésnél lesz veszélyes, esetleg már a gyártás során ott volt-e és egyáltalán törődni kell-e vele?

Az akusztikus emissziós vizsgálat során nem kell négyzetcentimétről, négyzetcentiméterre ellenőrizni a szerkezetet, nem kell felületet vagy mélységet vizsgálni, hogy a hibáról információt szerezzünk. Még nagyméretű objektumokon is elég néhány vagy néhány tucat érzékelő, hogy a szétterjedő hanghullámot biztosan érzékeljük, sőt a forráshelyet azonosítani is tudjuk. Akusztikus emissziós módszerrel vizsgálhatók a hagyományos eljárások számára hozzáférhetetlen helyek is.

A fenti okok következtében az eljárás gyors, a vizsgálat esetleg még üzem közben is vagy rövid leállás árán

lefolytatható. Ez sok esetben tetemes anyagi előnyökkel is jár.

Az akusztikus emissziós módszer felhasználható a szerkezet állapotának folyamatos ellenőrzésére, szükség szerint azonnali riasztást vagy beavatkozást kiváltva.

A módszer gyors, olcsó szűrővizsgálatnak tekinthető. Segítségével eldönthető, hogy egyáltalán szükség van-e bonyolult, költséges, esetenként hosszantartó hagyományos vizsgálatra.

Ennyi előnyös tulajdonság mellett néhány hátrányról is írunk kell. Az egyik legfőbb hátrány, hogy a módszer a talált hiba jellegét, alakját, nagyságát nem képes közvetlenül azonosítani. A hagyományos eljárásokhoz szokott anyagvizsgálók olyan azonosításokat várnak, mint például kötés-hiba, salakzárvány, repedés stb. Ehelyett azonban csak a hangforrások térképét kapják, az elemző vizsgálatokból származó olyan minősítésekkel, mint például „az aktív, de nem intenzív forráshely az adott terhelésnél az üzembiztonságot nem veszélyezteti”. A komplett diagnosztikai információ megszerzése érdekében tehát sokszor célszerű lehet az akusztikus emissziós hibatérkép alapján történő részletesebb vizsgálat.

Az akusztikus emissziós vizsgálat másik hátránya éppen abból fakad, hogy az anyagszerkezet változását érzékeljük, a jel tehát egyszeri, nem reprodukálható. A mérésnél ezért különösen ügyelnünk kell a zaj- és zavarjelek lehető legjobb kiszűrésére.

A következő számban ismertetendő gyakorlati alkalmazásoknál azonban látni fogjuk, hogy vannak módszertani és technikai eszközeink e problémák megoldására és a módszer előnyeinek maradéktalan kihasználására.

IRODALOM

- [1] KFKI-ERŐKAR: Akusztikus emissziós anyag- és szerkezetvizsgálatok. (Kézirat gyanánt), Budapest, 1990, pp. 1-104.
- [2] MILLER, R., K., INTIRE, P.Mc. (Eds): Nondestructive Testing Handbook, Vol. 5.: Acoustic Emission Testing, American Society for Nondestructive Testing, 1987.
- [3] HARDY, H.R., Jr.: Review of international research relative to the geotechnical field application of acoustic emission. J. of Acoustic Emission, Vol. 8., No. 4. (1989), pp. 65-91.
- [4] RISTIC, V.M.: Principles of Acoustic Devices, J.Wiley and Sons, New York, 1983.
- [5] Drouillard, T.: Acoustic Emission: a Bibliography with Abstracts, Ed. Frances Laner, New York, IFI Plenum Data Company, 1979.

912 047 006



JATEX Kft.
Bimbó út 189/A

Kodak

Ipari Röntgen Termékek Képviselete
1037 Budapest, Bojtár u. 24.
Telefon: 188-2328

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

Budapest, Szakasits Á. u. 59–61. 1119

Tel.: 1-66-23-66*, 18-69-589, 18-69-417

Tlx: 22-5114 • Fax: 16-11-021

KÉPVISELETEK, SZERVIZ, SZAKTANÁCSADÁS



MTS SYSTEM GmbH – Berlin

számítógéppel vezérelt szervohidraulikus vizsgálóberendezéseket ajánl fém, műanyag, kerámia, kőzet stb. anyagok, félkész- és késztermékek vizsgálatának elvégzéséhez:

- különféle statikus vizsgálatok (húzás, nyomás, hajlítás, csavarás)
- fárasztásos vizsgálatok
- törésmechanikai vizsgálatok
- fáradásos repedésterjedési vizsgálatok
- anyagjellemzők vizsgálata a hőmérséklet függvényében
- vizsgálatok többtengelyű feszültségi állapotban
- speciális gépjárműszerkezeti szimulációs vizsgálatok

Szaktanácsadó mérnök: Pásztor Lajos főosztályvezető



PHILIPS GmbH Hamburg

készséggel áll az Önök rendelkezésére nagy üzembiztonságú – fém-kerámia csöves – ipari röntgenberendezésekkel 100–420 kV-os tartományban.

Felhasználási területekre pár példa:

- csövek, tartályok, hegesztési varratainak vizsgálata
- öntvények vizsgálata: keréktárcsák, hengerfejek, dugattyúk, hajtókarok, porlasztók, adagolók, főfékhengerek, fék munkahengerek, féktárcsák és fékdobok vizsgálata,
- repülőgépek, helikopterek vizsgálata
- gumiabroncsok vizsgálata
- kutatás és fejlesztés területe, ahol a röntgenforrást mint referenciát használják dozimetriás mérésekhez

Szaktanácsadó mérnök: Krakker Dezső

Egyéb PHILIPS termékekkel kapcsolatban is készséggel állunk az Önök rendelkezésére: biztonságtechnika, ipari TV-k, környezetvédelem, felületszerelési technológia, hangtechnikai berendezések, konferencia és tolmácsberendezések, elektronikus mérőműszerek (multiméterek, oszcilloszkópok, generátorok stb.)

Szaktanácsadó mérnökök: Bagi Alfonz és Kremer Péter

ÉRTÉKESÍTÉS, KERESKEDELEM

Kereskedelmi Iroda vezetője: **Dabasi Miklós**

Maradó feszültségek mérési módszerei

Dr. Thamm Frigyes*

Gépek és építmények súlyának csökkentése egyre inkább megkívánja a szerkezeti anyagok szilárdsági tulajdonságainak minél teljesebb kihasználását. Minthogy az egyes szerkezeti elemek gyártása során (öntés, hőkezelés, hegesztés, képlékenyalakítás stb.) a szerkezeti anyagban a külső terheléstől független „belső” v. „maradó” feszültségek keletkeznek, melyek hatása a terhekből adódó feszültségekhez hozzáadódva az alkatrész teherbírást – előnyösen vagy hátrányosan – befolyásolja, ezek ismerete is egyre fontosabb a gyártmányfejlesztő számára. A maradó feszültségek keletkezését a szerkezeti anyag valódi, tehát meglehetősen bonyolult viselkedése határozza meg, ezért számításokkal csak durva közelítésben lehet őket meghatározni. Kényes esetekben így szükségessé válik ezeknek a feszültségeknek a méréssel való meghatározása.

Az anyagtudományban Masing [1] szerint a maradó feszültségeknek három fajtáját különböztetik meg. Ezek jellemzőit az I. táblázatban foglaltuk össze. A szerkesztő és fejlesztő mérnök ezek közül általában csak az I. rendű maradó feszültségeket érzékeli. A következőkben ezeknek a mérési módszereivel kívánunk foglalkozni.

I. Táblázat

Maradó feszültségek osztályozása

Osztály	Kiváltó ok	A feszültségeloszlás kiterjedése
I. rendű. (makroszkópikus)	a. Egyenlőtlen lehűlés (hegesztés, öntvények) b. Képlékenyalakítás (egyengetés, hidegalakítás, görgőzés) c. Térfogatváltozást előidéző diffúziós folyamat (cementálás, nitrálás, nedvességfelvétel)	Alkatrészek teljes térfogata vagy annak nagy része
II. rendű	a. Polikristályos anyagoknál az egyes kristallitok ill. szövetszerkezeti elemek eltérő rugalmas viselkedése és anizotróp hőtágulása b. Kompozitoknál az alkotó elemek eltérő mechanikai ill. termikus viselkedése. c. Betonnál a cement zsugorodása az állandó térfogatú adalékhoz képest.	A kristallitok, a kompozitok elemei ill. az adalékiszemcsék nagyságrendje.
III. rendű	Kristályos szerkezetű anyagok kristálytani szabálytalanságai (diszlokációk) környezetében az elemi részecskék közötti szabálytalan távolságok miatt adódó atomi erők	A kristály rácsláncának kb. 10–20-szorosáig érzékelhető (szubmikroszkópikus tartomány)

A mérési módszerek osztályozása

Mivel a maradó feszültségek alól a vizsgálandó alkatrészeket tehermentesíteni nem lehet, meghatározásukra csak az alkatrész teljes vagy helyi roncsolása, vagy olyan fizikai tulajdonság felhasználása alkalmas, mely „belelát” az anyagszerkezet pillanatnyi állapotába. Az ennek megfelelően lehetséges módszereket a II. táblázatban foglaltuk össze. A következőkben az egyes módszereket példákon mutatjuk be.

II. Táblázat

Maradó feszültségek kimutatására alkalmas módszerek

Eljárás	Módszer	Szükséges műszerezettség
Teljes roncsolás	a. Feldarabolás b. Felhasítás c. Lemunkálás	Mechanikus nyúlásmérő műszer (felrakó nyúlásmérő) Nyúlásmérő ellenállás Vetemedés- és görbületmérés mechanikus vagy interferometrikus módszerrel.
Helyi roncsolás	a. Lyukfúrás b. Gyűrűs marás c. Poltrepánáció d. Knoop-keménység-mérés	} Nyúlásmérő ellenállás A benyomódás optikai mérése
Roncsolásmentes	a. Röntgen-diffrakció b. Ultrahangsebesség-mérés c. Barkhausen-zaj mérés	Fotométeres feketedésmérés, Szcintillációs számláló Különleges elektronikus mérőkörök

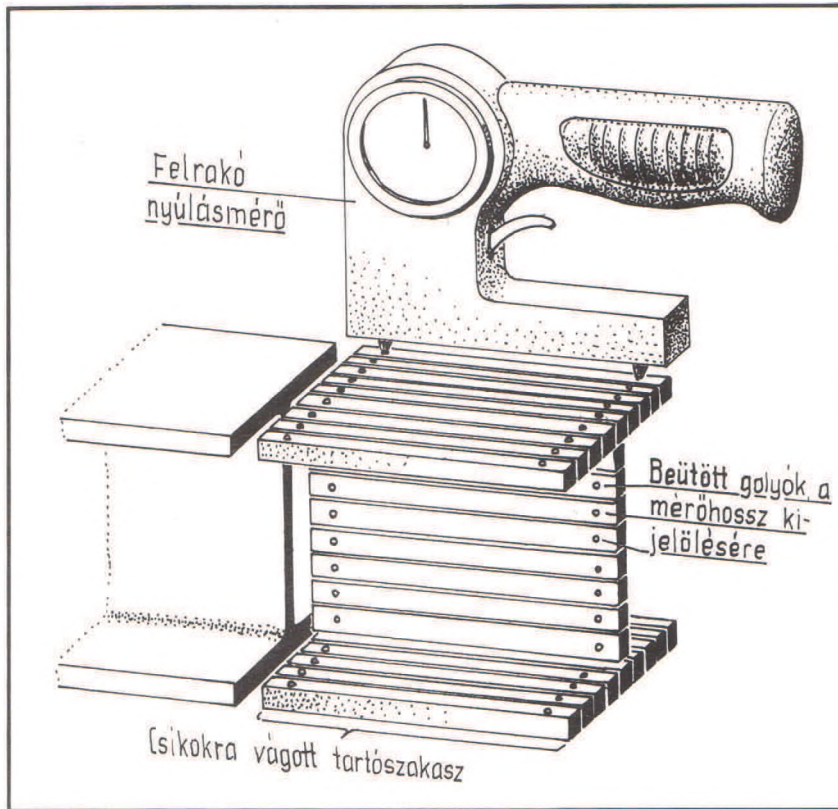
a vizsgált alkatrész teljes vagy helyi megcsonkításakor a maradó feszültségek részben vagy egészben kioltódnak. Ezért az alkatrész felszínének kijelölt szakaszait megmérve a roncsolás előtt és után az alakváltozásból a maradó feszültségekre következtethetünk.

Az egyes eljárások a roncsolás mértékében és az alkalmazott nyúlásmérési módszerben különböznek egymástól. Nagy méretű alkatrészekben (pl. nagyobb hengerelt szelvények) a maradó feszültségek olyan nagy területeken oszlanak el meglehetősen egyenletesen, hogy bennük a maradó feszültségek már akkor kioltódnak, ha nagyobb darabokra vágjuk szét őket. Ezért már mechanikus nyúlásmérő műszer, mint pl. a felrakó nyúlásmérő (1. ábra) [2] is kellő pontossággal tudja mérni az alkatrész felszínén kijelölt mérőhossz hosszváltozását a szétvágás előtti és utáni állapot között. Az 1. ábrán bemutatott mérési módszernél a mérőhosszakat feldarabolás előtt a test felszínébe beütött acélgolyókkal rögzítik. Ha feltételezhető, hogy a feszültségeloszlás közelítőleg egyenlegű (tisztá húzás vagy nyomás), első közelítésben a σ_M maradó feszültség a mért ε_M nyúlásból az egyszerű Hooke-törvény alapján $\sigma_M = E \cdot \varepsilon_M$ egyenlettel számítható, ahol E az alkatrész anyagának rugalmassági modulusa. Egy példát az így meghatározott maradó feszültség eloszlásra hengerelt I-tartóban a 2. ábra mutat. A maradó feszültségek mért eloszlása a tartóban hengerlés alkalmával keletke-

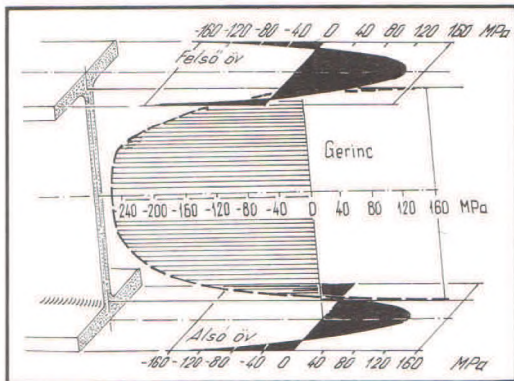
Roncsolásos módszer

Mind a roncsolásos, mind a helyi roncsolásos módszerek feltételezik, hogy

* Budapesti Műszaki Egyetem, Műszaki Mechanika Tanszék



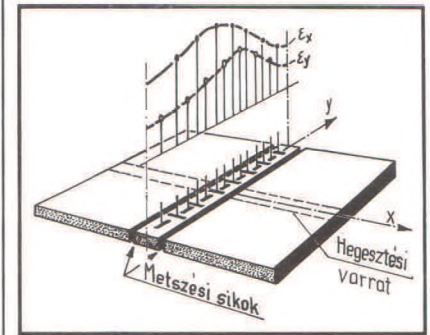
1. ábra Maradó feszültségek mérése I-tartóban a tartó felszeletelése útján, felrakó nyúlásmérő műszer segítségével.



2. ábra Példa maradó feszültség eloszlására I-tartó gerincében és öveiben.

zett és figyelemreméltóan magas csúcsértékeket mutat. Helyileg gyorsabban változó maradó feszültségek esetén, különösen hegesztési varratok közelében, a feldarabolási kísérlet alkalmával az alkatrész alakváltozását célszerű nyúlásmérő ellenállással mérni. Mivel itt a feszültség-állapot általában kéttengelyű, az ellenállásokat egy a varratra merőleges egyenes mentén felváltva a varratl párhuzamosan ill. arra merőleges irányban kell elhelyezni, amint azt a 3. ábra mutatja. Mindkét irányú nyúlás eloszlását az ellenállások sora mentén felrajzolva mód nyílik mindegyik mérőhelyen az ϵ_x és ϵ_y nyúlásösszetevők le-

lt ismét E: a vizsgált test anyagának rugalmassági modulusa, ν : a Poisson-tényező.



3. ábra Maradó feszültség mérése hegesztett kötés varratára merőleges irányban elhelyezett nyúlásmérő ellenállás-sorral

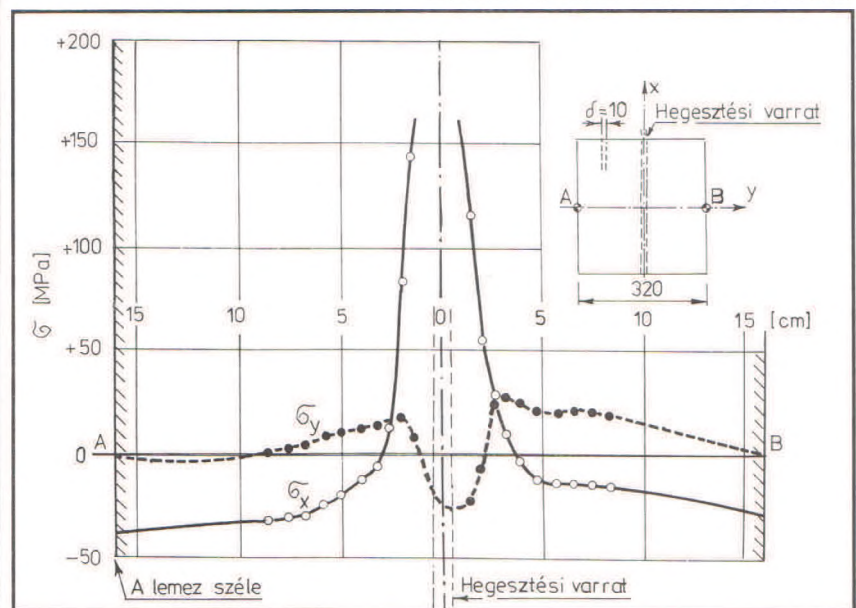
Egy példát az így meghatározott maradó feszültség eloszlására hegesztési varratl ellátott nemesített alumínium-lemezben a 4. ábra mutat.

Hengeres alkatrészek vizsgálatakor a felhasítás vagy lemunkálás módszerét lehet alkalmazni. Vékonyfalú extrudált műanyagcsövek esetében a cső feltágulása vagy összecukódása felhasításkor olyan mértékű lehet, hogy megfelelő a cső külső átmérőjét tolmérccel megmérni felhasítás előtt (D_e) és után (D_u). Ezekből az 5. ábra jelöléseivel a gyűrűsfeszültség a csőfal külső ill. belső felszínén

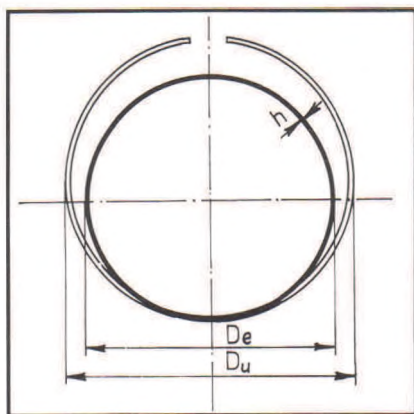
$$\sigma_t = \pm \frac{E}{1 - \nu^2} \left[\frac{h}{D_u - h} - \frac{h}{D_e - h} \right] \quad (2)$$

A + előjel a külső, a - a belső falfel-színre vonatkozik.

Vastagfalú cső vagy gyűrű felhasítása-kor az alakváltozást nyúlásmérő ellenállással célszerű mérni. A méreteket



4. ábra Maradó feszültség eloszlása hegesztett kötés varratára merőleges egyenes mentén a 3. ábrán bemutatott módszerrel meghatározva



5. ábra Vékonyfalú cső feltágulása felhasításakor a maradó feszültségek hatására.

és jelöléseket a 6. ábra mutatja. A gyűrűirányban elhelyezett ellenálláson a felhasítás előtt és után mért $\Delta \varepsilon_t$ és a tengelyirányban elhelyeztetten mért $\Delta \varepsilon_z$ nyúláskülönbségből kiértékelhető feszültség

$$\sigma_t^* = \frac{E}{1-\nu^2} [\Delta \varepsilon_t + \nu \Delta \varepsilon_z] \quad (3)$$

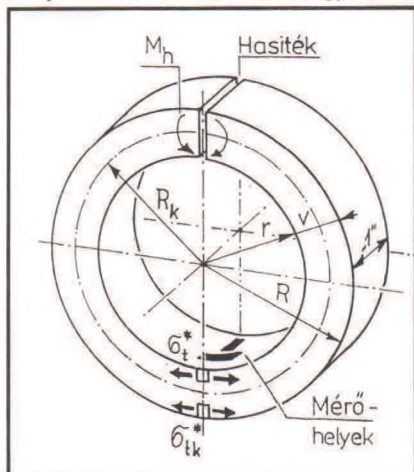
A feszültség jeléhez írt csillaggal azt kívánjuk kifejezni, hogy a felmetszéssel csupán az M_h hajlító nyomatékkal egyensúlyt tartó feszültségeloszlást sikerült kioltani, a gyűrű falvastagságán belül egyensúlyban levő maradó feszültségeloszlást nem. σ_t^* -ből az M_h hajlító nyomaték $\beta = \nu/R_k$ jelöléssel, valamint a 6. ábra jelöléseivel

$$M_h = \sigma_t^* \cdot \nu^2 \cdot \frac{2-\beta}{12-\beta(2-\beta)} \quad (4)$$

M_h ismeretében a feszültség a gyűrű külső szélő szálában

$$\sigma_{tk}^* = -\sigma_t^* \cdot \frac{\frac{12}{2+\beta} + \beta}{\frac{12}{2-\beta} - \beta} \quad (5)$$

Lemunkálós vizsgálatnál szintén a cső belső felszínére kell felragasztani a nyúlásmérő ellenállásokat, gyűrű és



6. ábra Maradó feszültség meghatározása vastagfalú csőben a cső felhasítása útján, nyúlásmérő ellenállások segítségével.

tengelyirányban (7. ábra). A cső külső felszínéről Δp vastagságú rétegek leestergálása előtt és után az ellenállásokon mért nyúlások különbségéből kell visszazárítani a lemunkált rétegben volt maradó feszültségi állapot összetevőit. Ezek értéke a 7. ábra jelöléseivel az első réteg lemunkálásakor mért $\Delta \varepsilon_{t1}$ és $\Delta \varepsilon_{z1}$ nyúláskülönbségből kiadódó

$$\Delta \sigma_{t1} = \frac{E}{1-\nu^2} [\Delta \varepsilon_{t1} + \nu \Delta \varepsilon_{z1}] \quad \text{ill.} \quad (6a)$$

$$\Delta \sigma_{z1} = \frac{E}{1-\nu^2} [\Delta \varepsilon_{z1} + \nu \Delta \varepsilon_{t1}]$$

feszültségnövekményekből:

$$\sigma_{t1} = -\frac{p_1^2 - r^2}{2p_1 \Delta p_1} \Delta \sigma_{t1} \quad \text{ill.} \quad (6)$$

$$\sigma_{z1} = \frac{p_1^2 - r^2}{\Delta p_1 (2p_1 + \Delta p_1)} \Delta \sigma_{z1}$$

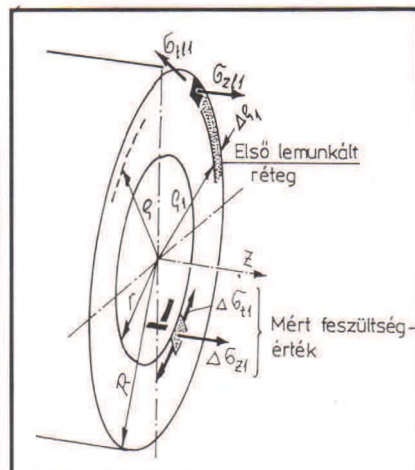
Az n -edik réteg leestergálása után pedig a 8. ábra jelöléseit alkalmazva

$$\sigma_{tn} = \Delta \sigma_{tn} \frac{r^2 - p_n^2}{2p_n \Delta p_n} + \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} \frac{p_i^2 + r^2}{p_i^2} \Delta \sigma_{t1} \quad (7)$$

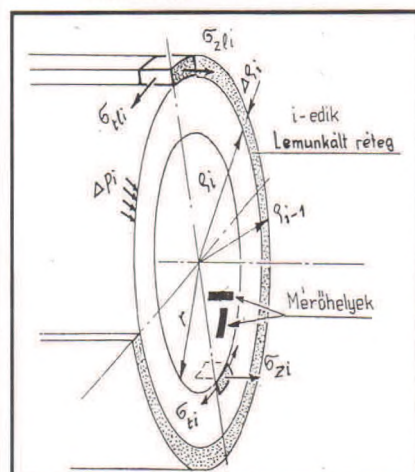
$$\sigma_{tn} = \sum_{i=1}^n \frac{p_i^2 - r^2}{p_i^2} \Delta \sigma_{ti}$$

$$\sigma_{zn} = \sum_{i=1}^n \frac{p_i^2 - r^2}{\Delta p_i (2p_i + \Delta p_i)} \Delta \sigma_{zi}$$

A képletekben szereplő $\Delta \sigma_{t1}$ és $\Delta \sigma_{z1}$ a két egymás után következő réteg lemunkálása között mért nyúláskülönbségekből a (6a) képleteknek megfelelően meghatározott feszültségnövekmények /a (6a) képletekbe az i index helyébe i -t írva/. A (7) képletek feltételezik, hogy a lemunkálást egészen a p_n sugárig folytatják. A kiértékelés meg lehetőséget bonyolult, és meglehetősen kényes a kísérlet végrehajtása is, ugyanis a vizsgált csövet mérésakor a szerszámgépről le kell venni, nehogy a felfogás miatt ráható erővel egyensúlyt tartó feszültségállapotot a kísérlet maradó feszültséggé értelmessze. Ha nem áll rendelkezésre az ellenállások kivezetésére a forgó alkatrészről megfelelő minőségű csúszókontaktus, a huzalokat minden felfogás alkalmával le kell forrasztani az ellenállásokról. Ez pótlólagos mérési hibákat eredményezhet de ha a huzalozás egyébként nem változik, a forrasztott csatlakozás ellenállása elhanyagolhatóan kicsi a nyúlásmérő ellenállásához képest, és még



7. ábra Lemunkálós vizsgálat. Méretviszonyok és feszültségösszetevők az első réteg lemunkálásakor.



8. ábra Lemunkálós vizsgálat. Méret- és feszültségviszonyok az n -edik réteg lemunkálásakor.

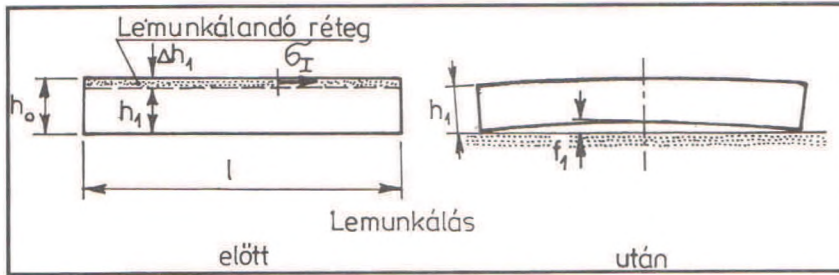
annak változását sem befolyásolja különösebben. Így kellő gondossággal végzett mérések esetén az átförasztásból adódó mérési hibák többnyire elfogadható mértékűek maradnak. Hasonlóképpen igen nehézkes a lemunkálós vizsgálat a sík lemezek esetén is. Ilyenkor a vizsgált lemez egyik felszínéről egy Δh_1 vastagságú réteget munkálnak le első lépésben. Az ezáltal feloldott maradó feszültség hatására az eredetileg egyenes próbatest meggyöngyösül és a kísérlet során a görbület ívmagasságát mérik. A lemunkált rétegben volt maradó feszültség a 9. ábra jelöléseivel

$$\sigma_1 = \frac{4}{3} \frac{f_1}{r^2} \frac{1}{2} \cdot E \frac{h_1^3}{\Delta h_1 \cdot h_0} \quad (8)$$

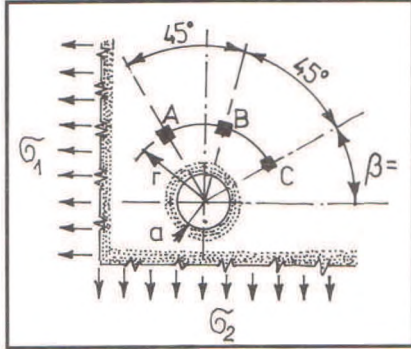
A kísérlet elvileg itt is megismételhető és ismételt lemunkálással meghatározható a maradó feszültség eloszlása a próbatest vastagságának nagy részén. A gyakorlatban azonban nagy nehézséget okoz a meggyöngyösült próbatest újlag való befogása úgy, hogy az

eredeti síkjában fekszenek fel. Emiatt ezt a módszert ritkán alkalmazzák.

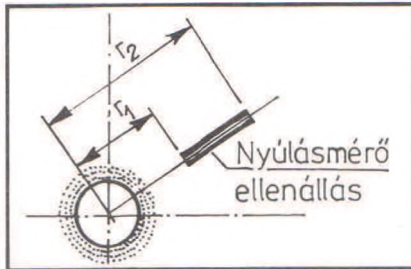
között és ezek alapján történik a maradó feszültségi állapot meghatározása.



9. ábra Lemunkálós vizsgálat sík lemez esetén



10. ábra Lyukfúrásos mérési módszer maradó feszültségek meghatározására. A furat körül koncentrikusan elhelyezett A, B és C mérőhelyek 90°-os rozetta alakjában.



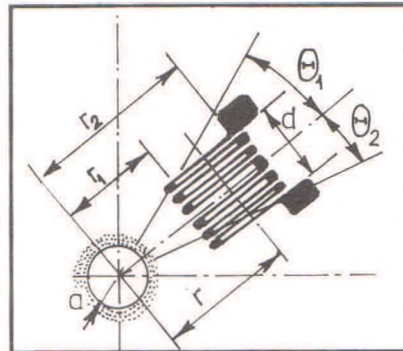
11. ábra A véges mérőhossz befolyása lyukfúrásos módszernél

Helyi roncsolásos módszerek

Az eddig ismertetett módszerek alkalmazása során a vizsgált alkatrészt vagy próbatestet olyan mértékben megcsontkítják, hogy annak további felhasználása lehetetlenné válik. Ennek elkerülésére a helyi roncsolásos módszerek a vizsgált alkatrészben csak olyan „sérülést” okoznak, melyekkel az a kísérlet utáni állapotában változatlanul, vagy kismértékű utánmunkálással eredeti céljának megfelelően felhasználható marad.

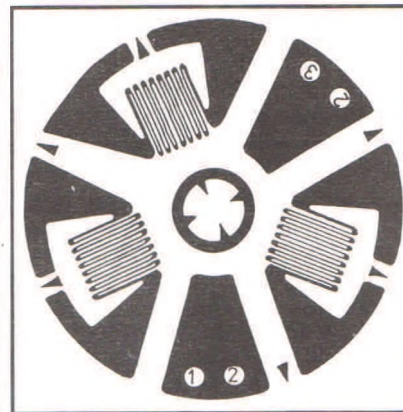
A leginkább elterjedt helyi roncsolással járó módszer a Mathar féle lyukfúrásos módszer. Ennél az alkatrész vizsgált helyére lyukat fúrnak egy már a fúrás előtt felragasztott 45°-os nyúlásmérő rozetta ellenállásai közé. A vizsgálat során a rozetta ellenállásainak változását mérik a fúrás előtti és utáni állapot

sa, feltételezve, hogy a maradó feszültségi állapot a rozetta felszínén fúrás előtt nagyságára és irányra: nézve homogén volt. A módszer az Egyesült Államokban ASTM E 837-85 szám alatt szabványosított van.



12. ábra A mérőelem véges hosszának és szélességének figyelembe vétele lyukfúrásos módszernél

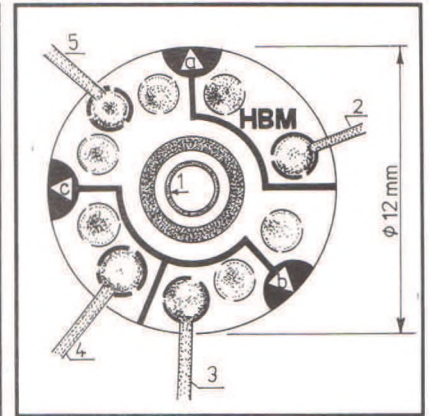
13. ábra A lyukfúrásos módszerhez alkalmazott különleges rozetta egyik típusa (Vishay E 120)



A három ellenálláson fúrás előtt és után mért alakváltozás-különbségből adódó mért ϵ_A , ϵ_B , és ϵ_C nyúlásból a maradó feszültségállapot főfeszültségei pontszerű A, B és C mérőelemek esetén a 10. ábra jelölésével

$$\sigma_{1,2} = \frac{\epsilon_C + \epsilon_A}{4A} \pm \frac{\epsilon_C - \epsilon_A}{4B \cdot \cos 2\beta} \quad (9a)$$

illetőleg a főfeszültségi irányokat megadó irányszög



14. ábra Lyukfúrásos módszerhez alkalmazott teljesen burkolt rozetta (Hottinger RY 61). 1. A marófejet megvezető acél persely. 2., 3., 4. Az egyes ellenállások ki-vezetései. 5. Közös 0-vezeték.

$$\beta = \frac{1}{2} \arctg \frac{2\epsilon_B - (\epsilon_C + \epsilon_A)}{\epsilon_C - \epsilon_A} \quad (9b)$$

ahol $\rho = r/a$ jelöléssel

$$A = -\frac{1+\nu}{2E} \cdot \frac{1}{\rho^2}; \quad (10)$$

$$B = -\frac{1+\nu}{2E} \left[\frac{4}{1+\nu} \cdot \frac{1}{\rho^2} \cdot \frac{3}{\rho^4} \right]$$

Ha figyelembe vesszük az ellenállások hosszát is, a 11. ábra jelöléseivel a (9a) és (9b) egyenlet változatlanul érvényben marad, de az A és B állandók összefüggései a $\rho_1 = r_1/a$ és $\rho_2 = r_2/a$ jelölésekkel a következőképpen módosulnak:

$$A = -\frac{1+\nu}{2E} \cdot \frac{1}{\rho_1 \rho_2};$$

$$B = -\frac{1+\nu}{2E} \cdot \frac{1}{(\rho_1 \rho_2)} \quad (11)$$

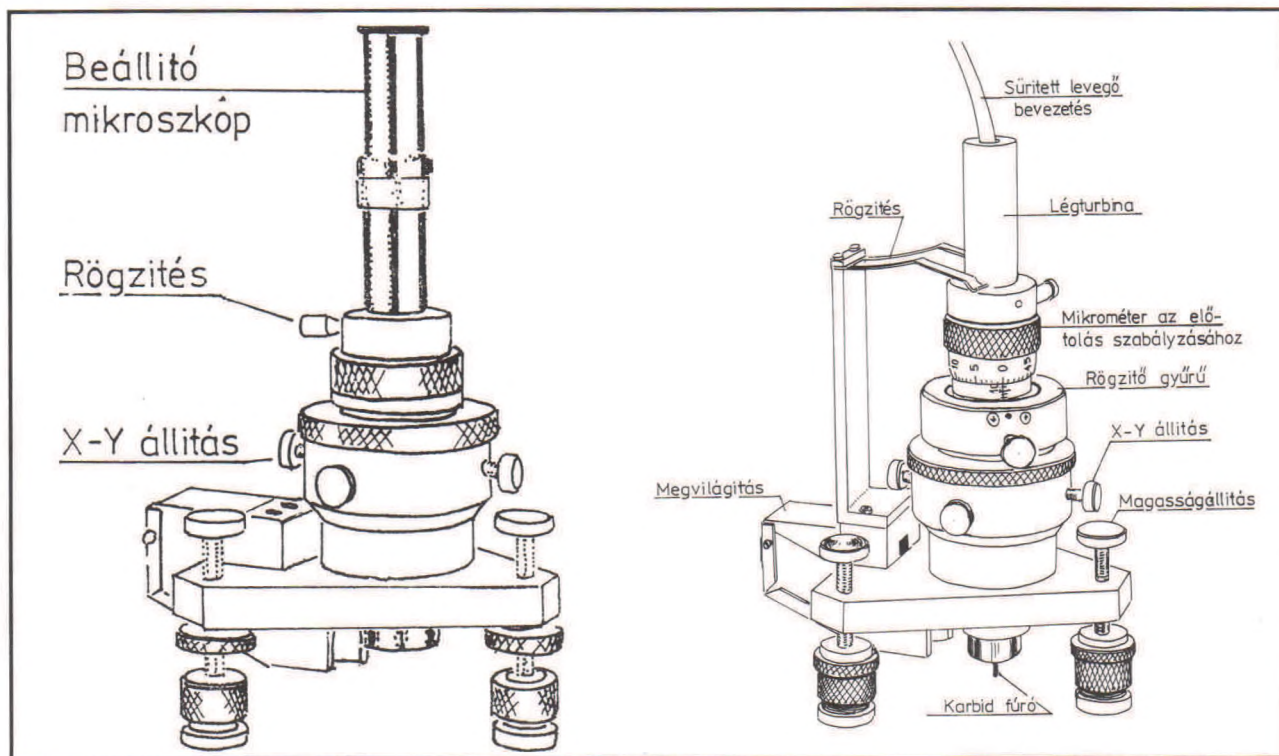
$$\left[\frac{4}{1+\nu} - \frac{1}{\rho_1 \rho_2} \left(\frac{r_1}{r_2} + 1 + \frac{r_2}{r_1} \right) \right]$$

Hosszabb ellenállásokkal ellátott rozetták esetén általában ezeket az összefüggéseket használták. Az utóbbi időben kifejlesztett rozettáknak azonban nemcsak a hossza, hanem a szélessége sem hanyagolható el a furattól mért középsurgárhoz képest. Ezért az ellenállás szélességét is figyelembe vevő pontosabb vizsgálat alapján az A és B állandókra újabb összefüggéseket vezettek le. [4] Ezek alakja a 12. ábra jelöléseivel, valamint a $w = d/a$ és a fentebbi képletekben már szerepelt ρ , ρ_1 és ρ_2 viszonyszámokkal

$$A = -\frac{1+\nu}{E} \cdot \frac{1}{w(\rho_2 - \rho_1)} \cdot \frac{\Theta_1 - \Theta_2}{\rho^2};$$

$$B = -\frac{1+\nu}{E \cdot w} \cdot \frac{1}{(\rho_2 - \rho_1) \rho^2} \cdot$$

$$\left[\frac{2(1-\nu)}{1+\nu} (\Theta_1 - \Theta_2) + \sin 2\Theta_1 - \sin 2\Theta_2 - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\sin 2\Theta_1 \cdot \cos^2 \Theta_1}{2\rho_1^2} - \frac{\sin 2\Theta_2 \cdot \cos^2 \Theta_2}{2\rho_2^2} \right) \right]$$



15. ábra Készülék a marófej központozásához és megvezetéséhez.

a.) A központozó mikroszkóp a készülékbe helyezve

b.) Nagyszilárdságú acélalkatrészekben végzett mérésekhez való légturbinás fúró a készülékbe helyezve.

Néhány, a kereskedelemben kapható maradófeszültség-mérő rozetta adatait a III. Táblázatban foglaltuk össze. Amint az a táblázatból látható, a készíthető furatátmérők és ezzel a vizsgált munkadarabot érő sérülések igen kicsik. A rozetták vagy a nyúlásmérő ellenállások szokásos kivitelében készülnek (13. ábra), vagy teljesen le vannak burkolva a fúrásakor esetleg fellépő sérülések elkerülésére (14. ábra).

csuklóval csatlakozó villanyfúróval, nagyszilárdságú acélok esetén az ábrán is bemutatott légturbinás fúróval végezhető.

A Hottinger cég a rozettát acél vezetőgyűrűvel látja el (14. ábra) és a fúrot megvezető bakot (16. ábra) illetőcsappal központozítja. A tulajdonképpeni fúrást ezúttal is kardáncsukló közvetítésével kézfúrógéppel végzik. [6]

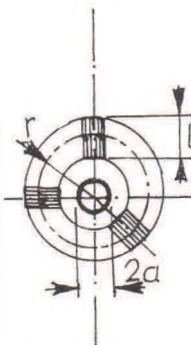
feszültség eloszlásától a felszíntől mért távolság függvényében. Ezért az idézett ASTM E 837-85 egy szórásmezőt ad meg a feszültségnek a furatmélység függvényében való kioltódása számára, egyenletesen eloszló maradó feszültség esetén (17. ábra). Ha különböző fúrásmélységeknél végzett mérési sorozat pontjai erősen eltérnek az adott szórásmezőtől, a maradó feszültség mélységi eloszlása igen egyenlőtlen és a mérés csak tájékoztató adatokat szolgáltat.

Mivel a lyukfúrásos módszernél a nyúlásmérő ellenállások helyén a feszültségállapot csak részben oltódik ki, a módszer a nyúlások igen pontos mérését igényli. Ennek a nehézségnek a kiküszöbölésére született meg a *gyűrűs marás módszere*. Ennél egy rozetta körül gyűrűalakban belemarnak a vizsgált testbe [7]. Az alkalmazott rozetta és a gyűrűs horony szokásos méretviszonyait a 18. ábra mutatja. Sérülések elkerülésére ezúttal is különleges, burkolt rozettát kell alkalmazni, különleges maróberendezésre is szükség van, mert a rozetta kivezetéseit a maró tengelyében kell kivezetni. A hornyot egy lépésben általában 5 mm mélyre szokás készíteni. Mivel a rozetta teljes tehermentesülésére ilyen viszonylag kis horonymélység esetén még nem lehet számítani, a rozettán mért nyúlásértékek és a maradó feszültség közötti kapcsolat meghatározásához ismert feszültséggel terhelt próbatesten végzett

III. Táblázat

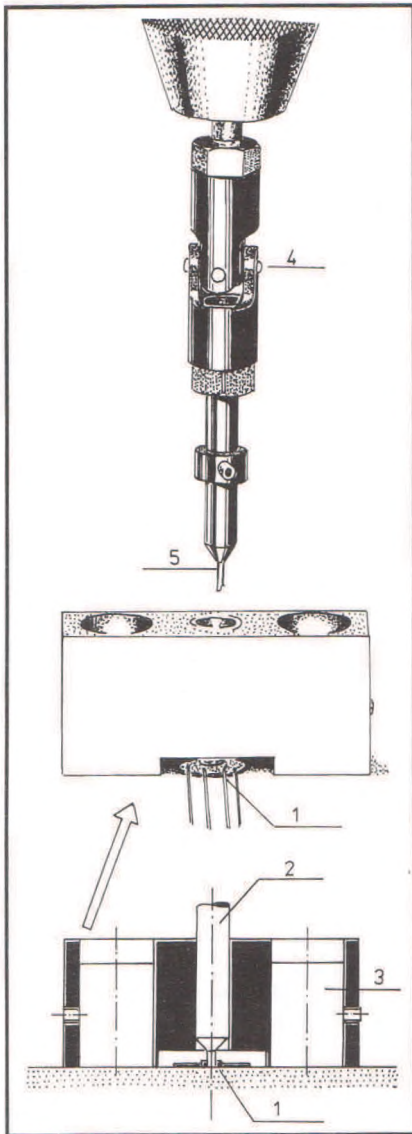
Néhány maradófeszültség mérő rozetta adatai

Gyártó	Típusjel	r [mm]	l [mm]	furat átmérő 2a [mm]
Vishay	EA-03	1,28	0,79	0,8 - 1
	EA-06	2,57	1,57	1,5 - 2
	EA-125	5,13	3,18	3 - 4,1
Hottinger	RY-61	2,55	1,5	1,5

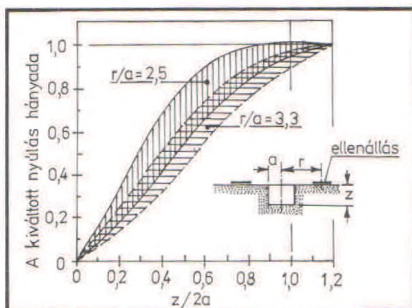


A mérési pontosság igen erősen függ attól, mennyire pontosan készítik a furatot a rozetta közepébe. Ehhez a gyártó cégek különböző segédeszközöket készítenek, melyek a fúró helyzetét a vizsgált munkadarabon mágnesetakkal rögzítik. A Vishay cég által [5] kínált készülékbe a fúrógép helyébe előzőleg mikroszkópot lehet behelyezni és annak tengelyét mikrométerrel lehet a rozettán megjelölt (13. ábra) hegyekkel fedésbe hozni (15. ábra). A fúrás maga szerkezeti acélok esetén kardán-

A kiértékelés képletei (9)–(12) szigorúan véve csak arra az esetre érvényesek, ha a készített furat a vizsgált test teljes falvastagságán keresztül megy. A valóságban általában megelégszenek a furat átmérőjének megfelelő mélységgel, ezzel némi mérési pontatlanságot vállalva. A pontosság növelése érdekében számítás útján meghatároztak egy csökkentő tényezőt a furatmélység függvényében. A számítás eredményei egyrészt függenek a rozetta és a furat méretviszonyaitól, másrészt a maradó

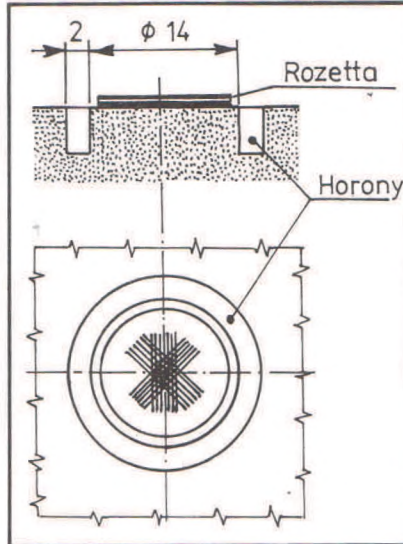


16. ábra Egyszerű közponosító készülék vezető persellyel ellátott rozettákhoz (14. ábra)
1. rozetta; 2. illesztő csap; 3. mágnesestest; 4. kardáncsukló; 5. marófej

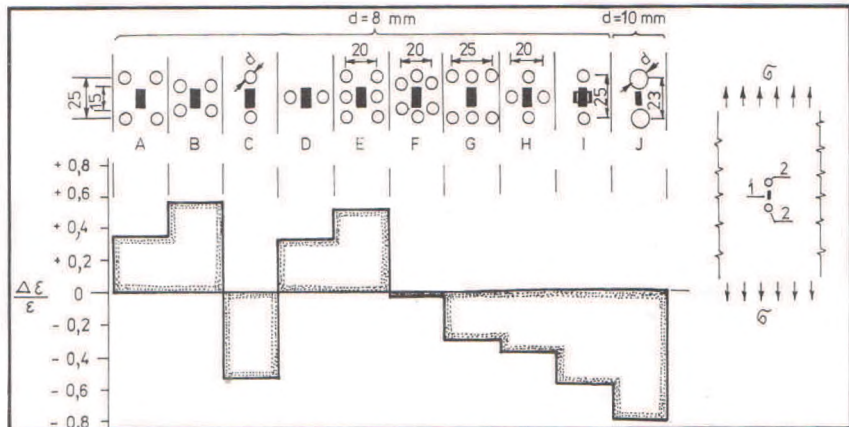


17. ábra A kiváltott nyúlás hányada a furat mélysége függvényében a mélység mentén egyenletesen megoszló maradó feszültség esetén

előkísérletre van szükség. Ha a mérést nagy méretű öntött vagy kovácsolt alkatrészek előnagyt állapotában végzik, lehetőség van a bemarkást tartal-



18. ábra A gyűrűs marás elve. A rozettát horonnyal marják körbe.



19. ábra Maradó feszültségmérés politrepanációs módszerrel, melynél a mérőhelyet (1) furatokkal (2) tehermentesítik. A tehermentesítés hatására fellépő $\Delta \varepsilon$ nyúláscsökkenés a mérőhelyen az eredeti nyúláshoz viszonyítva.
A-J: különböző furatrendezések a mérőhely (nyúlásmérő ellenállás) körül. Az I. esetben két, egymásra merőleges irányú ellenállást alkalmaznak.

mazó rétegnek a végleges megmunkálás során való eltávolítására is. [8] Acélszerkezetek rúdjaiban a saját súly hatására ébredő, tehát nem tehermentesíthető rúderök meghatározására jól használható a politrepanációs módszer, mert viszonylag egyszerű eszközökkel hajtható végre. Lényege, hogy a szerkezetre felragasztott nyúlásmérő ellenállást vagy ellenállásokat körülöttük készített furatokkal tehermentesítik. Mivel ilyen esetekben a feszültségállapot többnyire egytengelyű és iránya is ismert, mérőhelyenként elég egyetlen ellenállást elhelyezni és a vizsgált rúdban az ellenállás körül megfelelő számú furatot készíteni [9]. A nyúlásmérő ellenálláson ekkor mért fajlagos nyúlásváltozást különböző furatrendezések esetén a 19. ábra mutatja. Ezek közül a „J” elrendezés látszik a legkedvezőbbnek. Egy példát ennek a módszernek az alkalmazására a 20. ábra mutat; ezt a módszert alkalmazták a

budapesti Szabadság-híd rekonstrukciója alkalmával is [10]. A mérést ezúttal is ismert erővel terhelt lemezcsíkon végzett vizsgálat eredményei alapján kell hitelesíteni.

Határesetet a helyi roncsolásos és roncsolásmentes módszerek között a maradó feszültségeknek a Knoop-keménységmérés módszerével való meghatározása. Ennél a módszernél ugyanis, hasonlóan az egyéb mikrokeménységvizsgáló módszerekhez, a vizsgált alkatrészbe csupán mikroszkopikus méretű benyomódást készítenek. Végrehajtása lényegében azonos az anyagvizsgálatból ismert Vickers-keménységvizsgálattal, attól csupán a behatoló test alakjában tér el. Az ezúttal alkalmazott hosszúkás behatoló test méreteit a 21. ábra mutatja.

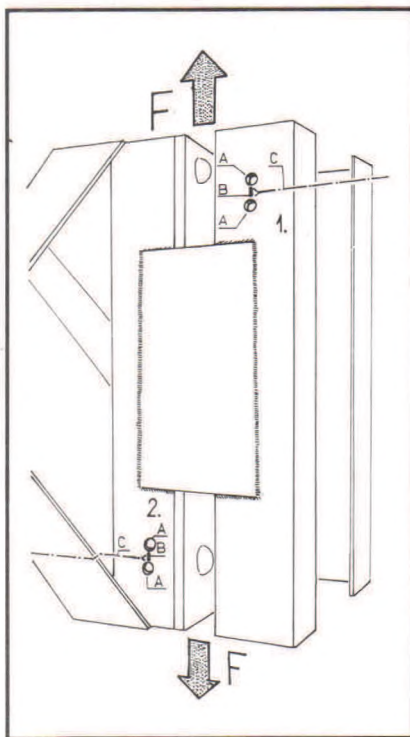
Vizsgálatkor a behatoló test lenyomatának hosszát mérik, amiből a keménység értéke alábbi képlettel számítható

$$H = \frac{1,432 \cdot 10^4 \cdot F}{l^2}, [N/mm^2]$$

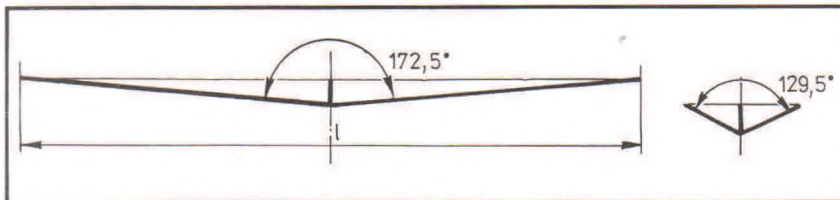
Ahol: F a terhelő erő [N]

l a benyomódás hossza [μm]

A módszer feltételezi a Huber-Mises-Hencky feszültségelmélet érvényességét és abból indul ki, hogy a vizsgált test felszínén az eredetileg sík feszültségállapot a behatoló test alatt háromtengelyűvé válik. Mivel a lenyomatot a behatoló test elvétele utáni állapotában mérik, a keménységet a folyási határ és a feszültségelmélet értelmében, a teljes feszültségállapot együttesen határozzák meg, ezért a keménység adott anyag esetén mértéke a testben uralkodó feszültségállapotnak is. A kapcsolatot a mért keménységérték és a maradó feszültség között tapasztalati úton, ismert feszültséggel terhelt alkatrészen végzett előkísérlettel kell tisztázni. Műanyagokon mért keménységi ér-

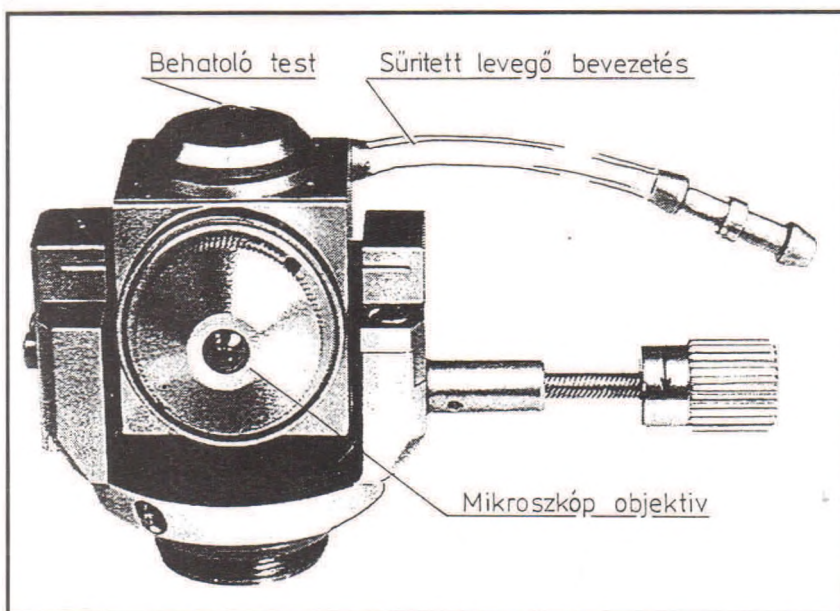


20. ábra Poltrepanációs módszer alkalmazása acélszerkezet rácsrúdjában ébredő rúdírányú feszültség meghatározására.
A. trepanációs furat; B. mérőhely; C. kivezetés



21. ábra Knoop-keménységmérés behatoló testjének méretviszonyai.

22. ábra Fém mikroszkópra felszerelhető mikrokeménységmérő fej bebillenthető megfigyelő mikroszkóp-objektívvel (Leitz)



IV. Táblázat

Egytengelyűnek feltételezett σ maradó feszültség és a mért H Knoop-keménység közötti kapcsolatot megadó tapasztalati képletek Racké [11] szerint

	A feszültség képlete	
	Húzófeszültség esetén	Nyomófeszültség esetén
σ irányban mérve	$\frac{\sigma_F}{0,19} \cdot \frac{H - H_0}{H_0}$	$-\frac{\sigma_F}{0,2} \cdot \frac{H - H_0}{H_0}$
σ irányra merőlegesen mérve	$\frac{\sigma_F}{0,4} \cdot \frac{H - H_0}{H_0}$	$-\frac{\sigma_F}{0,55} \cdot \frac{H - H_0}{H_0}$

H: a vizsgált testen mért Knoop-keménység

H_0 : maradó feszültség mentes összehasonlító próbatesten mért Knoop-keménység.

σ_F : a vizsgált anyag folyási határa

tékekből levezetett tapasztalati képleteket a IV. táblázatban foglaltunk össze. A keménységmérő fejet fémmikroszkópba erősítve alkalmazzák, a terhelő erőt pneumatikusan vagy hidraulikusan fejtik ki. Modern berendezéseknél a fej és a fémmikroszkóp objektívje egy közös revolverfejbe van összevonva, amint azt a 22. ábra a Leitz féle berendezés példáján mutatja. Pontos mérési eredményekhez a vizsgált felület metallográfiai minőségű csiszolására van szükség. Mivel a fémmikroszkópba csak meglehetősen kis próbatestek férnek be, a vizsgálat inkább alapkutatás jellegű esetekben alkalmazható. A benyomódás kis mérete miatt (néhány

tized mm). A mérési eredményeket már erősen befolyásolják a II. rendű maradó feszültségek is.

912 053 007

Szakirodalom

- [1] Masing, G.: Eigenspannungen in kaltgereckten Metallen Technische Physik 6/1925/569-579.o.
- [2] Thamm, F. – Ludvig, Gy.-Huszár, I. – Szántó, I.: A szilárdságtan kísérleti módszerei. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1968.
- [3] Mutnyánszky, Á.: Szilárdságtan. II. kiadás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.
- [4] Schajer, G. S.: Application of Finite Element Calculations to Residual Stress Measurements. Journal of Engineering Materials and Technology. Trans. ASME. 103/1981/4.sz. 157-163. o.
- [5] Measurement of Residual Stresses by the Hole Drilling Strain Gage Method. Measurements Group Inc. TH-503-3 Műszaki Információ.
- [6] Bohrlochrosette RY 61 mit Zentrier- und Bohrhilfe. A Hottinger-Baldvin-Messtechnik cég ismertetője. D.24.32.szám.
- [7] Böhm, W. – Stücker, E. – Wolf, H.: Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten des Ring-Kern-Verfahrens zum Ermitteln von Eigenspannungen. MTB 16/1980/36-40, 66-70. o.
- [8] Keil, S.: Dehnmessstreifen als Hilfsmittel zur experimentellen Ermittlung von Eigenspannungen. Technische Überwachung. 1989. 9. sz., 309-316. o.
- [9] Dylag, Z. – Orlos, Z.: Analiza Możliwości Poltrepanacji Wielootworowej w Przuypadku Jednostkowego Stanu Naprężenia. Rozprawy Inżynierskie. VIII/1960/4. sz. 847-869. o.
- [10] Szittner, A.: A Szabadság-híd rekonstrukciója. Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle. 37/1987/1. sz. 2-14. o.
- [11] Racké, H. H. – Fett, Th.: Die Bestimmung biaxialer Eigenspannungen in Kunststoff-Oberflächen durch Knoop-Härtemessungen. Materialprüfung 13/1971/2. sz. 37-42. o.


DIFFUTHERM

DBP Schnellprüfsystem

Zerstörungsfreies Prüfverfahren durch Farbdiffusion.

Anerkannt durch DVL-PFL 80.810/01. Zugelassen und geprüft nach »Eindringverfahren BAB DIN 54 152« unter Nr. 827.388-1. DIFFUTHERM macht mikrofeine Poren und Risse sichtbar. Einfach, schnell und zuverlässig. Anwendbar bei allen Werkstoffen (sämtl. Metalle, Kunststoffe usw.) und nach allen Fertigungsverfahren.

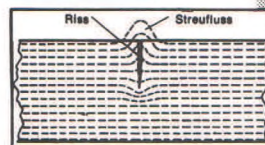
Einfache Anwendung

Werkstück reinigen, entfetten (Reiniger) mit DIFFUSIONS-ROT einsprühen, mit Wasser oder REINIGER (Sprühdose) abwaschen, trocknen und ENTWICKLER-WEISS aufsprühen. Die Fehlstellen, Poren, feinste Mikrorisse werden nach 1-2 Minuten scharf begrenzt rot-weiß sichtbar.

Prompte zuverlässige Lieferung

Dosinhalt 400 ml.

Auch in 5, 10, 25 u. 200 Liter Behälter lieferbar.



ANZEIGEMITTEL U. ZUBEHÖR ZUR MAGNETPULVERPRÜFUNG

Besondere Kennzeichen

Enorme Ergiebigkeit durch sorgfältige Abstimmung der magnetischen Substanzen und Korngrößen

Starke Leuchtkraft der fluoreszierenden Mittel, auch bei Prüfung ohne Dunkelraum

Keine Alterungserscheinungen bei langzeitigem Lagern

Bequeme Anwendung durch zweckmäßige Verpackung und gute Dosierbarkeit

Vollkommen unschädlich für das Prüfpersonal

Keine Umweltprobleme durch nitritfreie Rostschutzmittel bei allen Niedrigkonzentrationen



Metal Marker
einfach, schnell,
sauber!



Einfach: Die Tube mit der Kugelspitze ersetzt Farbtropf und Pinsel. Trocknet nicht ein, keine umständlichen Reinigungs- und Konservierungsarbeiten zum Aufbewahren. Nur nehmen - schreiben - weglegen - und schon alles erledigt.

Schnell: Schreibt auf jeder Oberfläche, unter allen Bedingungen. Auch auf nassen oder öligen Werkstücken.

Dauerhaft: Die Farbe ist äußerst haftfähig, abriebfest und wetterfest. Verblaßt nicht! Hitze-fest bis 950°C!

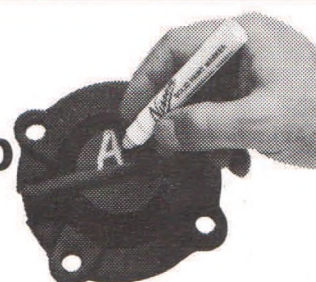
Sauber: Die Farbe kommt nur dorthin, wo sie hin soll. Keine Spritzer, keine verschmutzten Finger, keine sonst üblichen Pannen.

6 Farben: Weiß, Gelb, Blau, Grün, Rot, Schwarz.

3 Schriftstärken: 2 mm, 3,2 mm, 5 mm



SOLID PAINT MARKER



Der **NISSEN SOLID PAINT MARKER** ist ein neu entwickelter Spezialstift für die dauerhafte Kennzeichnung von Werkstücken, Lager- und Versandgut, Werkzeuge und vieles andere.

Einfachste Anwendung!

Der **NISSEN SOLID PAINT MARKER** ist ein Stift aus festem Farbstoff in einer Kunststoffhülle. Er tropft und kleckst nicht, trocknet nicht aus und schreibt in jeder Position.

Der **NISSEN SOLID PAINT MARKER** hält ohne Vorbereitung auf jedem Untergrund, egal ob glatt oder rau, feucht, ölig oder trocken. Geeignet z.B. für Metall, Kunststoff, Glas, Keramik, Holz und Pappe. Es stehen die Farben **weiß, schwarz, gelb** und **rot** zur Verfügung.

Der **NISSEN SOLID PAINT MARKER** ist unzerbrechlich; läuft nicht aus, vertrocknet nicht, und kann durch nachschieben des Farbstiftes bis zum letzten Rest verwendet werden.

WERKZEUG **HÖDL** OHG.



A-4600 Wels, Kaiser-Josef-Platz 35
Tel. 07242/42118, Telex 025480

Hegesztett szerkezetek töréssel szembeni megbízhatóságának becslése

Brenner, András*, Havas, István**

Bevezetés

Feltételezve, hogy a szerkezet megbízhatósága alapvetően a hegesztett kötésről függ, a töréssel szembeni biztonsági tartalék becsléséhez az elérhető kötésminőség és a szívósság kritikus értékének összehasonlítását kell elvégezni. A következőkben egy ilyen vizsgálatról számolunk be, amelyet kikötői portáldarukkal kapcsolatban végeztünk törésmechanikai jellemzők mérésével.

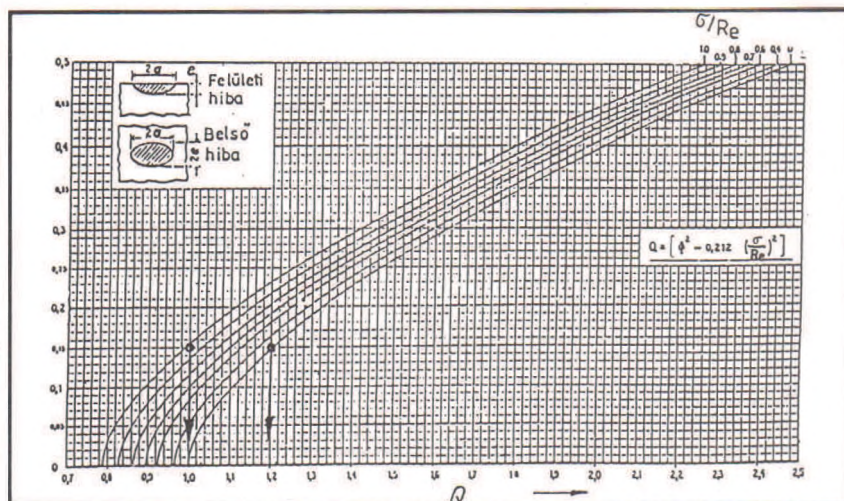
Az acélszerkezeti gyártásban nagy megbízhatósággal elérhető kötésminőség

Vizsgálatainkhoz az alábbi módszert választottuk: a daru-acélszerkezetek hegesztésekor egymással párhuzamosan gyűjtöttük a gyártási körülményekre és a kötések minőségére vonatkozó adatokat. Nagy mennyiségű, azonos gyártási körülményekkel készült kötés ellenőrzési eredményeit statisztikusan feldolgozva, következtetések vonhatók le a kötésminőségnek az adott körülmények között elérhető értékére.

A vizsgált kötések fedettívű gépi hegesztéssel készültek. A felhasznált alapanyagok a tervben előírt, legfeljebb 610 N/mm² névleges szakítószilárdságú, 5-40 mm-es szelvényméretű, kis széntartalmú ötvözetlen acélok voltak. Hegesztéshez az alapanyaghoz igazított, technológiailag megfelelő huzalt és kiszáritott fedőport használtunk. A varratok vízszintes helyzetben készültek és a hegesztő jól hozzáfért a kötéshez. A hegesztések kétoldali gyökfaragásos munkarenddel készültek. A fűzéseket és a hegesztéseket minősített, a teherviselő hegesztett szerkezetek gyártásában gyakorlott szakmunkások készítették, akik az előzetes üzemi ellenőrzésen megfelelték. A hegesztő szakmunkásokat szakképzett, gyakorlatlallal rendelkező technológusok irányították, illetve ellenőrizték. A hegesztők mindig csapadékmentes, -5°C feletti, szélétől védett üzemi körülmények között dolgoztak. Az újabb követelményeknek megfelelően a hegesztést csak olyan üzemek végezheték, amelyek a személyi és tárgyi feltételeken túl a szükséges jártassággal is rendelkeztek és ezt a hegesztéstechnológia előzetes

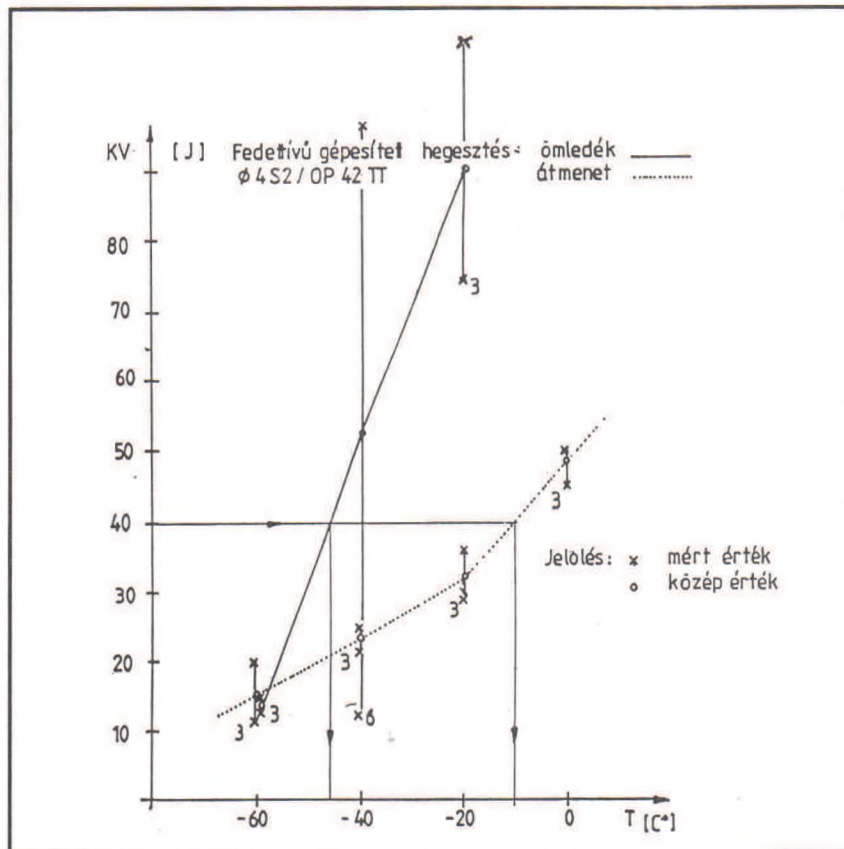
vizsgálatának eredményességével igazolták. Az ilyen körülmények között gyártott varratok vizsgálatából meghatározható a hegesztés korszerű termelési színvonalán, a megkívánható szaktélmű üzemnél, gondos munkával

ipari méretekben elérhető kötésminőség. Ennek érdekében kerekben ezer ilyen hegesztett kötésen végeztünk vizuális, méret és alak, penetrációs, ultrahangos, radiográfiai, ritkábban: roncsolásos ellenőrzést. Az ellenőrzés



1. ábra

2. ábra



* Ganz Danubius

** MTA fémtéchnológiai tanszéki kutatócsoport
BME MTAI mechanikai technológiai tanszék

alapján a következő megállapítások tehetők. Az ismétlődően előforduló varathibák térfogati jellegűek (zárványok, összeolvadási, felületi hibák) voltak. A törés szempontjából veszélyes, „éles bemetszést” jelentő térfogati hiányok közel állnak a repedéshez. Ezért a biztonság irányába történő elhanyagolásnak tekintjük, ha ezeket a hibákat repedésként kezeljük és a hatásukat a törésmechanika módszereivel értékeljük. A vizsgálatok szerint ezeknek a hibáknak a befoglaló mérete nagy biztonsággal ($\geq 96\%$) belül marad a $6 \times 6 \times 20$ mm-es hasábon.

A törésmechanika összefüggései szerint a feszültségintenzitási tényező ebben az esetben a

$$K_I = \sigma \cdot \sqrt{e\pi} \cdot \sqrt{\frac{1.21}{Q}} \quad (1)$$

összefüggéssel számítható (a veszélyesebb felületi hibára). Feltételezzük, hogy a törés szempontjából kritikus helyeken a terhelő húzófeszültség megközelíti a folyási határt és $\sigma = 350$ N/mm². A Q tényező értéke az ismert 1. ábra alapján:

$$\frac{e}{2a} = \frac{3}{20} = 0.15 \cdot Q = 1.0 \dots 1.2 \quad (2)$$

Ezt visszahelyettesítve az (1)-be:

$$K_I = 350 \cdot \sqrt{3\pi} \cdot \sqrt{1.21} \leq 1200 \text{ Nmm}^{-3/2} \quad (3)$$

A következőkben ezt fogjuk egybevetni a törési szívósság K_{Ic} mért értékével.

A kötésminőség kritikus értéke, kísérletek

A portáldaruk acélszerkezete jellemzően kétféle alapanyagból készül: 370 N/mm²-es, vagy 520 N/mm² legkisebb szakítószilárdságú acélból. Törési szempontból ez utóbbi a veszélyesebb, ezért a kötésminőség kritikus értékének a meghatározására vonatkozó kísérletekhez 52 D (MSZ 6280) minőségű anyagot választottunk. A fedettív hegesztéshez Ø 4, S2 minőségű huzalt és Oerlikon OP 42 TT fedőport használtunk. A kísérleti darabokat a gyakorlatban kialakult technológiai paraméterekkel készítettük.

áramerősség: $I = 550\text{--}750$ A

ívfeszültség: $U = 30\text{--}34$ V

hegesztési sebesség:

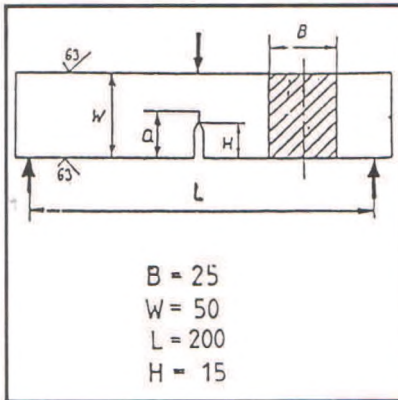
$V = 40\text{--}50$ cm/min

sorok száma: 22-24

A kísérleti darabokból V-bemetszésű ütőmunka és háromponton hajlított törésmechanikai (TPB) próbatesteket munkáltunk ki úgy, hogy egyrészüknél a bemetszések a varratba, másrészükénél a hőhatásövezetbe kerültek a lemez síkjára merőlegesen.

A Charpy-V próbatestekkel a hőmérséklet befolyását kívántuk tisztázni (2. ábra).

A 3. ábrán látható TPB-próbatesteket fárasztással előrepesztettük. A fárasztást



3. ábra

tást addig végeztük, amíg a repedés és a bemetszés együttes hossza el nem érte az

$$a = (0.45 - 0.65) W \quad (4)$$

értéket.

A hajlítóvizsgálatot 1 mm/min-es sebességgel végeztük $-20^\circ\text{C} \dots -60^\circ\text{C}$ hőmérséklet-tartományban. Meghatároztuk a COD kritikus repedéskinyílás és J-integrál értékét az instabil repedésterjedés megindulásakor (J_c). J_c anyagjellemzőnek tekinthető (J_{Ic}), ha teljesül az alábbi kritérium:

$$a, (W-a), B \geq 50 \cdot \frac{J_c}{(R_e + R_m)} \quad (5)$$

A varratból kimunkált próbatesteknél instabil repedésterjedés volt megfigyelhető. A méretkritériumot kielégítő próbatesteken mért COD és J_c , valamint az ezekből az alábbi formulával számított K_{Ic} törési szívósság értékek az 1. táblázatban vannak összefoglalva.

$$K_{Ic} = \frac{\sqrt{(J_{Ic} \cdot E)}}{\sqrt{(1 - \mu^2)}}$$

A K_{Ic} változását a hőmérséklet függvényében a 4. ábra mutatja.

1. táblázat

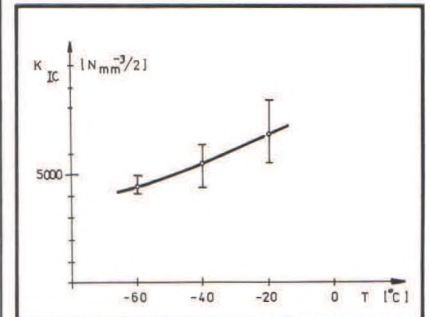
T °C	COD mm	J_{Ic} kJ/mm ²	K_{Ic} Nmm ^{-3/2}
-20	0.331	294	8231
-20	0.159	137	5623
-40	0.333	168	6219
-40	0.218	141	5704
-40	0.045	77	4232
-60	0.178	102	4864
-60	0.131	83	4363
-60	0.135	72	4073

A töréssel szembeni megbízhatóság becslése

A 4. ábrából kiválasztva a legveszélyesebbnek talált kritikus értéket (a szórásmező legkisebb értéke) és felrajzolva mellé a nagy megbízhatósággal

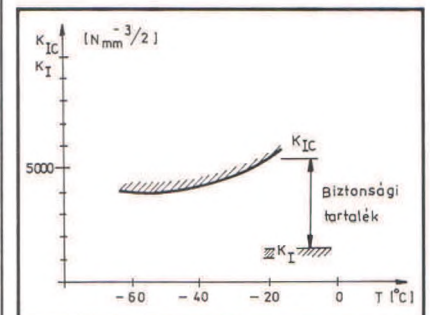
elérhető kötésminőséget jellemző feszültségintenzitási tényezőt, megállapítható, hogy csak a hibahatárt figyelembe véve a biztonsági tartalék számottevő (5. ábra).

Érdekes megfigyelni, hogy a hibák által okozott biztonságcsökkenés a K_{Ic} értékének csak egy kis részét teszi ki. Szerencsére nem túl gyakoriak a hegesztett szerkezetek törései. Ha azonban ilyen károsodás mégis bekövetkezik, akkor az az előzők szerint inkább



4. ábra

5. ábra



olyan hatásokra vezethető vissza, amely a gyártási technológia egyéb tényezőiből (pl. szerelés, javítás, szállítás stb. során keletkező feszültségek) fakad. Ilyen megfontolásból – a hi-

bahatár vizsgálata mellett – indokoltnak látszik fokozott figyelmet fordítani a technológiai feszültségek törést okozó hatására is.

METALCONTROL

Vaskohászati Anyagvizsgáló Kft.

A Vaskohászati Minőségellenőrző Központ akkreditált laboratóriumaival az Önök rendelkezésére áll acélok, fémek és kohászati segédanyagok mechanikai, fizikai, technológiai és anyagszerkezeti vizsgálatok, valamint kémiai elemzések végzésével.

A diósgyőri kohászatban több mint százéves múltra tekint vissza az anyagvizsgálat. A mindenkori igényeknek megfelelően folyamatosan fejlődő kémiai, metallográfiai, mechanikai és roncsolásmentes vizsgáló laboratóriumok koncentrált megléte és a műszerállomány rekonstrukciójára kiírt OMFB pályázat elnyerése tette lehetővé, hogy a hazai vaskohászat első független hatósági minőségellenőrző központja Diósgyőrben megalakuljon.

A világszínvonalú műszerpark legkorszerűbb berendezései:

- ◇ ARL gyártmányú röntgen fluoreszcensz spektrométer;
- ◇ ARL gyártmányú optikai emissziós spektrométer;
szikragerjesztésű és plazmagerjesztésű (ICP)
- ◇ LECO gyártmányú analizátorok
(karbon, kén, oxigén, nitrogén, oxid, nitrid, hidrogén)
- ◇ LEITZ TAS plus automatikus képelemző
- ◇ AMRAY 1830 I/T digitális scanning elektromikroszkóp
energiadiszperzív mikroszondával
- ◇ LEITZ mikroszkóp
- ◇ INSTRON 8503 univerzális mechanikai anyagvizsgáló berendezés



Címünk: 3540 Miskolc, Herczeg Ferenc út 43.

Levélcímünk: 3510 Miskolc, Pf. 557

Telefon: (46) 56-071, (46) 29-411/256, (46) 58-411/612

Telex: 52 326, 65 242

Fax: (46) 56-071

Számítógéppel segített anyagtudomány

Dr. Tóth László, Dr. Tisza Miklós*

Bevezetés

A szakmai körökben régen hiányolt lap, az Önök által kézben tartott ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA a közelmúltban látott napvilágot. A Felelős Kiadó az induló szám előszavában a lap célkitűzéseit az alábbiakban fogalmazta meg:

„Nem öncélú publicisztikák gyűjteményét kívánjuk kiadni, hanem gyakorlati tapasztalatokat közvetíteni és feladatok vizsgálati megoldásainak sok kísérletezéssel megszerzett know-how-ját átadni. Szeretnénk írásos fóruma lenni annak, hogy megtalálják egymást az azonos feladatokkal foglalkozó kollégák.” Ezen gondolatok eleve sugallják azokat a rovatokat, amelyek már az első számban deklarálva lettek. Ezekből megítélésünk szerint hiányzik a számítástechnika a „SZÁMÍTÓGÉPPEL SEGÍTETT ANYAGTUDOMÁNY”. Egy új rovat indításakor joggal felvetődnek az alábbi kérdések:

- Mi lenne a célja egy ilyen rovatnak?
- A hazai szakembereket érdekelné-e ez a tematika, ha igen, milyen kör érdeklődésére tarthat számot?
- Ellátható-e többé-kevésbé folyamatosan közleményekkel a rovat?

Nos, rövid beköszöntőnkben ezen alapvető kérdésekre szeretnénk választ adni.

Számítógéppel segített anyagtudomány

Mit is érthetünk e fogalom alatt? Nyilvánvalóan mindenkinek más és más jut eszébe e kifejezés hallatán, attól függően, hogy mi a szűkebb szakterülete. A tudomány fejlődésének belső törvényszerűségeit szemlélve kijelenthető, hogy a megfigyelések, tapasztalatok szerzése és a szintetizálások periódusai egymást váltogatják. Kellő empirikus tapasztalat, mérési eredmény, megfigyelés rendelkezésre állás esetén, törvényszerűen a szintetizálás következik, míg nem egy magasabb szintre érve újabb adatgyűjtési periódus indul meg. Ez nyilvánvalóan igaz az anyagokkal, azok tulajdonságaival foglalkozók körére is. A szintetizálás lehetőségét, a különböző elképzelések adekváltságának ellenőrzését nagyban segítik a számítógépek.

A számítógép, a számítógépes módszerek természetesen emellett az

anyagvizsgálat szinte minden területén, annak minden fázisában – beleértve a modellalkotást, a kísérlettervezést, a mérések irányítását, vezérlését és a kapott eredmények különböző szempontok szerinti értékelését is – széles körben alkalmazásra kerülnek. Ez a tendencia várhatóan a jövőben még tovább erősödik.

Célunk ezért olyan rovat beindítása, amelynek középpontjában az ANYAG-SZÁMÍTÓGÉP kapcsolat van. Így szemlélve e tématerületet úgy ítéljük meg, hogy az ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA újabb rendszeres olvasókra tesz szert és jelentősen segítheti a hazai szakmai életet – az egyébként törvényszerű fejlődés meggyorsításában.

A második felvetett kérdésre nevezetesen, hogy az anyagvizsgálattal foglalkozó szakemberek igénylik-e ezt az irányt, illetve az anyagvizsgáló berendezések, készülékek forgalmazásával foglalkozó TESTOR BT.-nek – amely előteremtí e lap kiadásához szükséges pénzügyi fedezetet – érdekében áll-e ilyen rovat beindítása, véleményünk szerint egyértelműen igenlő válasz adható. Megítélésünk szerint ugyanis az érdek közös. Közös azért, mert újabb és újabb ismeretek, újabb és újabb igényeket szülnék. Ennek pedig végső soron a termékek minősége, gyárthatósága, tulajdonságai, esztétikája stb., egyszóval az eladhatósága, piaci fogadtatása látja hasznát.

A bevezetésben feltett általános, de igen lényeges, a rovat alapjait érintő kérdések közül már csak egy nem került megválaszolásra. Mégpedig az, hogy ellátható-e folyamatosan közleménnyel e rovat. Megítélésünk szerint igen. Meggyőződésünk azért egyértelmű, mert a hazai szakemberek tevékenysége jól ismert előttünk és véleményünk szerint ez a tevékenység a tudományos közélet, a szakmai publikációk szintjén is koordinálható.

Különösen igaz ez akkor, ha a következő – nemcsak a szűken értelmezett anyagvizsgálatot jelentő – alábbi főbb területeket tekintjük:

- számítógépes modellalkotás,
- számítógéppel segített kísérlettervezés,
- kristályosodási folyamatok szimulálása,
- szilárd állapotban végbemenő átalakulások szimulációja,
- mérések, anyagvizsgálatok számítógépes irányítása,
- anyagvizsgálati eredmények számítógéppel segített értékelése,

- szabványos anyagjellemzőket tartalmazó adatbankok,
- mért jellemzőket tartalmazó anyagadatbankok,
- feldolgozó, alakadó technológiákhoz kapcsolódó anyagadatbankok,
- számítógéppel segített anyagkiválasztás stb.

Mit is szeretnénk elérni a felsorolt tématerületeken?

- Mindenekelőtt azt, hogy olyan rövid, néhány oldalas közlemények jelenjenek meg, amelyek röviden összefoglalják
 - az adott terület főbb elveit, eredményeit és
 - rámutatnak azok közvetlen gyakorlati hasznára.
- Ezúton is fórumot szeretnénk biztosítani az új vizsgálati módszerek – e rovat keretében természetesen elsődlegesen a számítógépes adatgyűjtésű és feldolgozási rendszerek – bemutatásának.

Az előzőekben felsorolt területek mindegyike nyilvánvalóan szorosan kapcsolódik valamilyen vizsgálati technikához, azok eredményeinek értékeléséhez, annak metodikájához, következtésképpen az anyagvizsgálattal foglalkozó szakemberek ismereteinek bővülését segítik.

A MISKOLCI EGYETEM MECHANIKAI TECHNOLÓGIAI TANSZÉKE és ezen belül az Anyagtudományi Szakcsoport már korábban úgy ítélte meg, hogy fórumot kell adni az előzőekben megfogalmazott célkitűzéseknek. Ezen indítással szerveztük meg ez évben a MICROCAD '91 (Nemzetközi Számítástechnikai Találkozó és Konferencia) keretében a SZÁMÍTÓGÉPPEL SEGÍTETT ANYAGTUDOMÁNY szekciót szerény nemzetközi részvétellel, amelyet a jövőben a MICROCAD önálló részeként, nemzetközi szakmai találkozóként kívánunk lebonyolítani. E fórum és az ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA tervezett rovatata egymást erősítheti, segítheti.

912 063 009

Ez az Ön
hirdetési helyel

apróhirdetés
500,- Ft + ÁFA

* Miskolci Egyetem mechanikai technológiai tanszék

Műszerezett ütőmű a Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszékén

Lenkeyné dr. Bíró Gyöngyvér, Major Zoltán, Dr. Tóth László

A műszerezett ütőmű kifejlesztésére egy OMFB pályázat keretében került sor a Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszéke és a Központi Fizikai Kutatóintézet együttműködésében. A KFKI szakemberei a tranziens rekordert és az előerősítőt készítették, a ME szakemberei a rendszer összeépítését vállalták, valamint a vizsgálatoknál alkalmazott programot készítették. Az új ütőmű kialakításánál figyelembe vettük egy már korábban elkészült C-64 típusú számítógéppel működő rendszer üzemeltetése tapasztalatait is. Ezen berendezésen a Brügger vizsgálatokat a miskolci Metalcontrol Kft. ma is üzemszerűen végzi.

A műszerezett ütőmű részei

A rendszer felépítése az 1. ábrán látható. Az ütőgép egy PSD-300/150 tí-

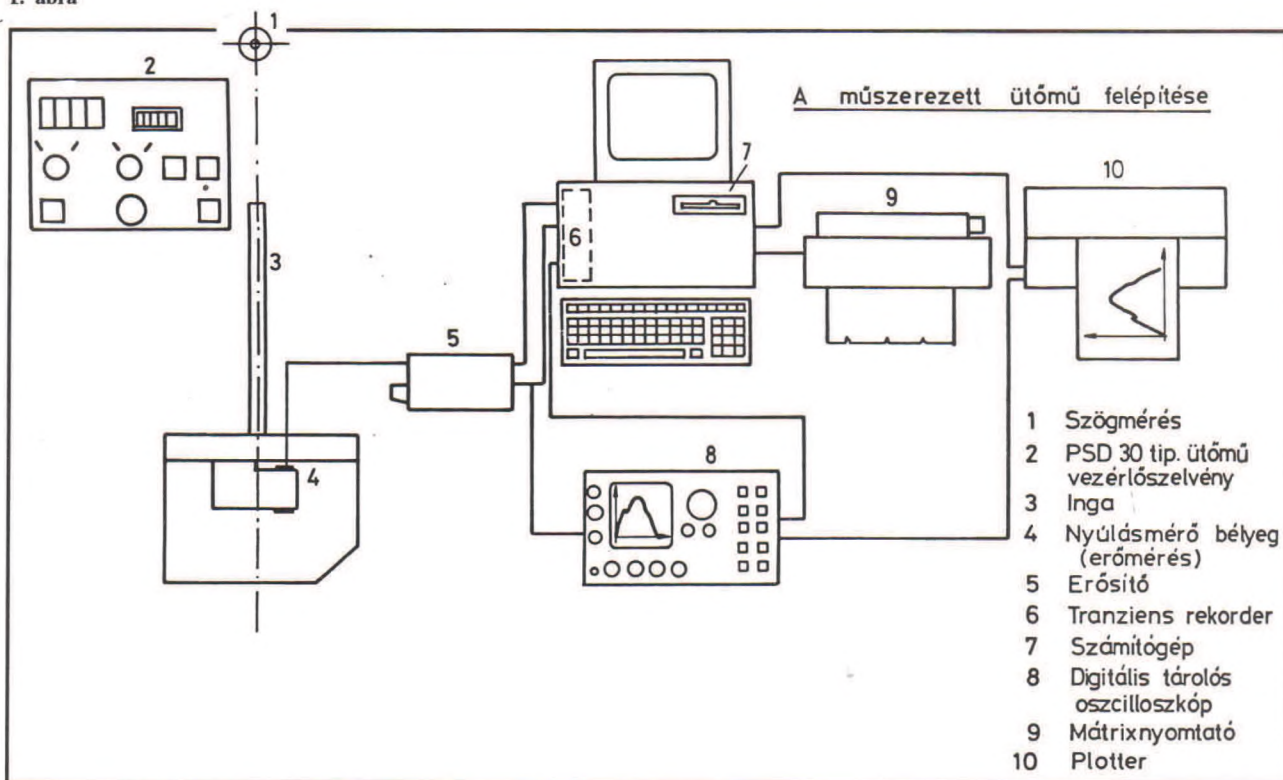
pusú, Lipcsében gyártott ütőmű. Mechanikai és villamos szempontból is a volt KGST országok ilyen jellegű termékei közül ez a legjobb és elérhető áron beszerezhető. Hazánkban legjobb tudomásunk szerint 10-12 db ilyen ütőmű üzemel. A maximális ütési energia 150 vagy 300 J értékre választható, a vizsgálatnál alkalmazott ütési energia pedig fokozatmentesen állítható be (2). A gépkönyv tartalmazza az ütési sebesség értékeit az alkalmazott ütési energia és az emelési szög (1) függvényében. Ily módon lehetőség van különböző ütési sebességgel is vizsgálatokat végezni.

Az ütőmű ingáján (3) lévő kosfejbe van beépítve az ütőkés, amelynek homlokfelületére ragasztott nyúlásmérő bélyeg (4) szolgáltatja az erő jelét. A kés kialakításánál figyelembe kellett venni, hogy a kosfej teljes súlya a gyári megoldáshoz képest nem válto-

hat, különben az ütőmű nem hitelesíthető. Célunk természetesen a minél nagyobb mechanikai érzékenység és a könnyű szerelhetőség megvalósítása volt. A kés cserélhető fejfel került kialakításra, teljes hidas megoldásban, 120 ohmos bélyegekkal. A rendszer érzékenységének növeléséhez szükséges újabb kés és felbélyegzés elkészítésére újabb megoldások vannak folyamatban. Ezek jobb dinamikus tulajdonságú bélyegek és kisebb csillapítású bélyegragasztók alkalmazását, valamint a bélyegek újabb elhelyezését jelentik.

A mechanikai terhelés hatására a bélyeg ellenállása és ezáltal a hídról kimenő feszültség is változik. Ez arányos annak az erőnek a változásával, amely terheli a kést. Az így kapott maximum 1.5-2 V-os jel kicsi a további feldolgozás számára, ezért erősíteni kell.

1. ábra



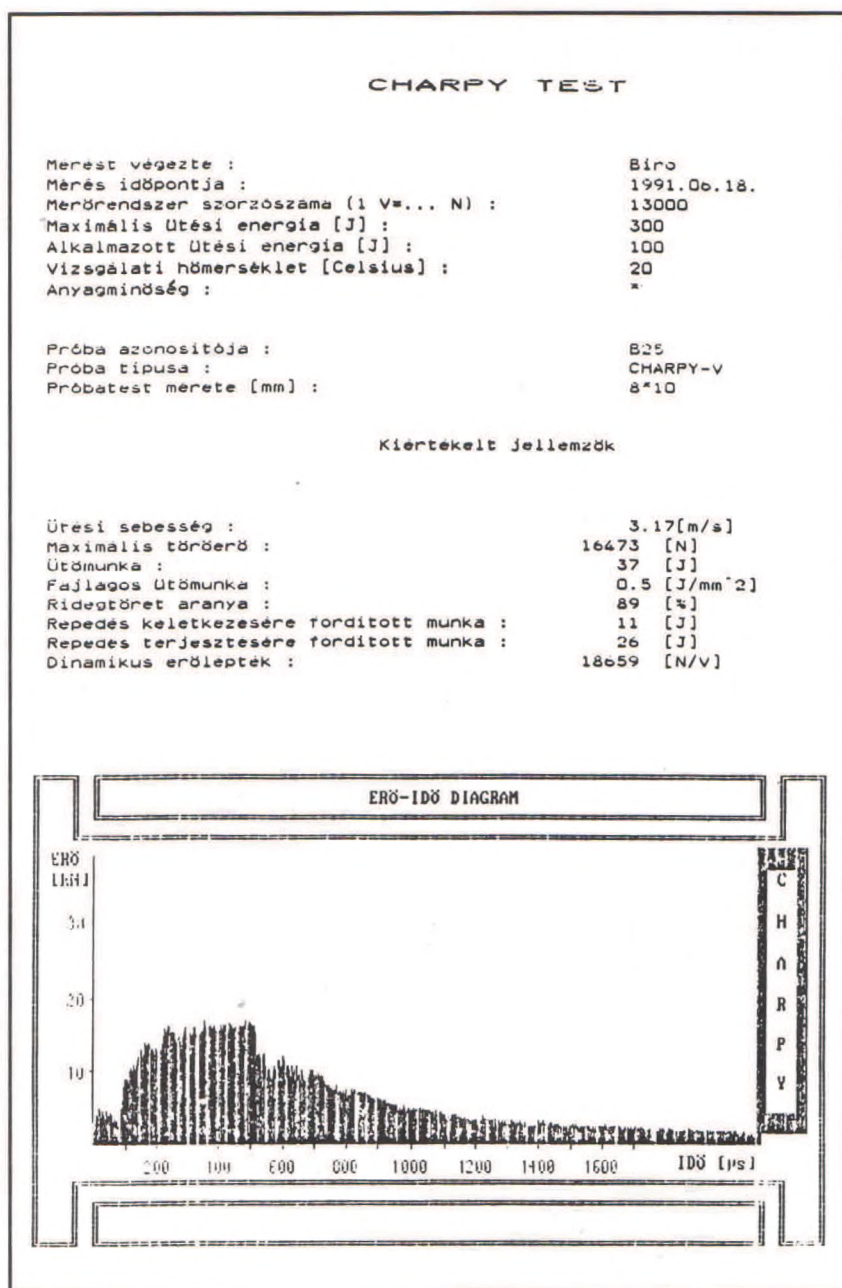
A nyúlásmérő bélyegekről a jelek egy mérőerősítőbe (5) érkezik. A felbélyegzés készülhet úgynevezett teljes, vagy félhidas megoldással. Az erősítő képes mindkét hídrendezés mellett működni. Az erősítő biztosítja a nyúlásmérőhíd táplálását is 1, 2 vagy 4V feszültséggel. A tápfeszültség értéke az erősítőben jumperrel állítható. Az erősítő jelenleg 10, 100 és 1000-szeres fokozattal rendelkezik. Az eddigi vizsgálati tapasztalatok alapján úgy tűnik, hogy az erősítés értékét növelni kell. A mérési adatok összegyűjtésére két lehetőség kínálkozik: a számítógépbe beépített tranziens recorder kártyával (6), illetve digitális tárolós oszcilloszkóp (8) segítségével. Jelenlegi rendszerünk tranziens recorder kártyával dolgozik, de egy Iwatsu DS 6612 típusú, 20 Msample/s tárolókapacitású digitális tárolós oszcilloszkópos változatát a közelmúltban helyeztük üzembe a csepeli Anyagvizsgáló és Gépipari Minőségellenőrző Intézetben.

A tranziens rekorderrel szemben követelményként fogalmazódott meg, hogy képes legyen a viszonylag gyorsan lejátszódó törési folyamat felvételére, elegendő számú pontot tároljon a kiértékeléshez és a tárolt pontok adatait feldolgozható formában juttassa el a számítógépbe. Első megoldásként egy 1 csatornás, 12 bit felbontású, 1 mikroszekundum időállandójú tranziens rekorder készült el, ami 8 Kbyte adat tárolására képes. A rekorder bővítő-kártya formájában építhető be a PC-be. Az indítás külső vagy belső trigger jellel valósítható meg, amelynek abszolút maximuma 0-5 V lehet és képes 4 bit értékkel pre- és poszttrigger üzemmódban működni.

A felhasználói program

Az ütésvizsgálati adatok gyűjtését és kiértékelését végző számítógépi program Quick Basic nyelven került megírásra. Bármilyen kiépítésű IBM XT/AT kompatibilis számítógépen fut DOS alatt. A program használható monochrom, vagy színes (EGA, VGA) grafikus kártyával is.

Először a tranziens rekorder kártya inicializálását lehet elvégezni. Itt megadható az indító triggerjel jellege, az indítás mikéntje, a trigger szint és a mintavételezési idő értéke. Az indító



2. ábra

trigger jel lehet külső vagy belső. Az indítás történhet felfutó vagy lefutó élre. A trigger szint ± 2.5 V között a mintavételezési idő pedig 1-50000 μ s intervallumban választható. A program ad egy alapértelmezést (belső trigger, lefutó él, -0.1 V triggerszint, 1 μ s), amit szükség esetén meg lehet változtatni. A kártya inicializálása, vagy az alapértelmezés elfogadása után lehet a vizsgálat típusát kiválasztani.

Az elvégezhető vizsgálatok típusai:

- Charpy vizsgálat,

- K_{ID} (dinamikus törésmechanikai) vizsgálat,
- IZOD vizsgálat,
- Brugger vizsgálat.

A program számára bemenő adatként kell megadni a következőket:

- a mérés időpontja,
- a mérést végző neve,
- a mérőrendszer szorzószáma (statikus hitelesítés alapján),
- a maximális ütési energia,
- az alkalmazott ütési energia,

- a vizsgálati hőmérséklet,
- a próbatest anyagminősége,
- próba azonosítója,
- próba típusa,
- próba méretei.

Ezután a számítógép egy rövid ismeretöt ad a mérés előtti tennivalókról (mint például a csatlakozások ellenőrzése, ütőmű beállítása, erősítő beállítás), majd az F1 billentyű lenyomása után elvégezhető a vizsgálat. A képernyőn megjelenik a „Mérés folyamatban” felirat. Amikor a kés elütötte a próbát, a kártya megkapta a trigger, megjelenik a „Mérés kész” felirat. A gép ezután kéri az ütőgép kijelzőjén a leolvasható ütőmunka értékét jouleban. Meg lehet továbbá adni a ridegen tört felület méreteit.

A kiértékelés során a számítógép felrajzolja a mérési adatokból az erő-idő diagramot, illetve K_{Id} mérésnél az erő-energia diagramot is.

A program kiszámítja:

- a kés sebességét az ütés pillanatában,

- a fajlagos ütőmunkát,
- a ridegen tört felület arányát,
- a repedés keletkezésére és terjedésére fordított munkát,
- a dinamikus erőléptéket.

K_{Id} vizsgálatnál további anyagjellemzőket is meghatároz a program:

- dinamikus folyáshatár,
- dinamikus törési szívósság (a J integrál értékéből és az ekvivalens energiából is),
- dinamikus J integrál,
- dinamikus repedés szétnyílás,
- az alakváltozási sebességet jellemző mérőszámok (K/t , COD/t),
- a mérőrendszer állandói (c_t , c_s , c_m).

A mérésről jegyzőkönyv készíthető (2. ábra), az adatok mágneslemezen tárolhatók.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a Miskolci Egyetemen üzembe állított műszerezett ütőmű alkalmas lehet arra, hogy az üzemszerű műsze-

rezett ütővizsgálatokba a ME is bekapcsolódhasson. A tanszékünk szervezésében az ősz folyamán sor kerül egy „round-robin” vizsgálat sorozat elvégzésére, amelybe az országban működő valamennyi műszerezett ütőművet szeretnénk bevonni. Ennek tapasztalatai alapján tovább lehet majd lépni a vizsgálati módszer szabványosításában is.

Irodalomjegyzék

- [1] Tóth L. - Romvári P.
Az ütővizsgálat információtartalmának elemzése.
Gép (27) 1975/7.p.245-252.
- [2] Tóth L. - Romvári P.
Műszerezett ütővizsgálattal felvett erő-idő diagramok értékelése
Gép (18) 1976/12.p.442-445.
- [3] Instruction manual DS-6612 Digital Storage Oscilloscope
IWATSU CO., LTD. 1990.
- [4] Bedienungsanleitung zum pendelschlagwerk PSD 300/150
VEB Werkstoffprüfmaschinen Leipzig, 1989.

912 039 012

Mérésadat kiértékelő szoftverek

A Miskolci Egyetem mechanikai technológiai tanszékén az alábbi programokat dolgozták ki.

Szakítóvizsgálat kiértékelése

A számítógép program a mérnöki munka leggyakoribb mechanikai vizsgálatának kiértékelését támogatja.

Segítségével a különböző alakú és keresztmetszetű próbatestek anyagának

- rugalmassági,
- szilárdsági,
- alakváltozási és
- szívóssági mérőszámai

a mérnöki és a valódi rendszerben egyaránt kiértékelhetők.

Terhelési diagramként az erő-nyúlás, erő-nagyított nyúlás és az erő-átmérőváltozás kapcsolatok bármelyike alkalmazható.

Az adatbevitel vagy interaktív módon vagy a számítógépi adatgyűjtés esetén a paraméterek és az adatállomány automatikus beolvasásával valósítható meg.

A kiértékelések számszerű értékei, diagramjai a képernyőn megjelenít-

hetők, elektronikusán tárolhatók, plotteren kirajzolhatók és jegyzőkönyvi formában nyomtathatók.

A szükséges hardver konfiguráció:

IBM PC AT,
EGA, grafikus kártya,
EPSON nyomtató,
A3-as plotter.

Törésmechanikai vizsgálatok kiértékelése

A számítógép program alapvetően a fémek repedésterjedéssel szembeni ellenállását számszerűsíthető törésmechanikai mérőszámok

- a K_{Ic} törési szívósság,
- a δ_c kritikus repedéskinyílás,
- a J_{Ic} szívóssági mérőszám, valamint

az R-görbe és a T-modulusz kiértékeléséhez készült.

A program az MSZ 6855 szabvány teljes szöveg- és ábraállományának

menüvezérléses elemzési lehetőségével további információkat szolgáltat a törésmechanikai fogalmak értelmezéséhez,

- a vizsgálati előírásokra vonatkozóan,
- a próbatestkialakítások (TPB, CT, DCT) megtervezéséhez és
- a vizsgálatok előkészítéséhez.

A törésmechanikai vizsgálatok kiértékeléséhez a kézi adatbevitel és az adatgyűjtő rendszerekkel letárolt adatok elektronikus átvitele egyaránt alkalmazható.

A vizsgálatok számszerű és diagram eredményei a képernyőn megjeleníthetők, elektronikusán tárolhatók, plotteren kinyomtathatók, jegyzőkönyvi formában nyomtathatók.

A szükséges hardver konfiguráció:

IBM PC AT,
EGA grafikus kártya,
EPSON nyomtató,
A3-as plotter.

RÁBA Magyar Vagon- és Gépgyár Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Laboratórium

A laboratórium munkájáról **Rogács Zoltán** vezető tájékoztatott bennünket. A RÁBA MVG-ben a vállalati minőségbiztosítási vezetőhöz tartozik a Központi Anyagvizsgáló Laboratórium, amely összefogja a metallográfiai, a kémiai és a roncsolásmentes anyagvizsgáló laboratórium (RAL) tevékenységét.

A RAL feladata: a roncsolásmentes vizsgálatok tervezése, technológiájának kidolgozása és a vizsgálatok elvégzése a RÁBA MVG összes telephelyén. Feladataink kb. 30 %-a röntgen, 60 %-a ultrahangos és 10 %-a egyéb vizsgálatok végzését igényli.

Röntgenvizsgálatok

A röntgenvizsgálatok kb. 90 %-át az öntvények teszik ki. Ezek túlnyomó része gömbgrafitos vasöntvény, kisebb része acélöntvény. Ezeket a vizsgálatokat telephelyünkön, az 1950 táján közvetlenül az Öntőde gyárhoz épített röntgenlaboratóriumban végezzük. Az öntvényvizsgálatokat a nagy darabszám és a 20-40 mm körüli anyagvastagság jellemzi. A vizsgálat terjedelme adagonként 3-100 % között változik. A felvételeket egy 300 kV-os 5 mA-es ANDREX gyártmányú röntgengéppel készítjük. Munkánk sajátossága, hogy a filmeket az USA piacra kerülő gyártmányoknál az ASTM szabvány szerint értékeljük ki.

Az öntvények részben a technológiai előírás alapján, részben az Öntőde Minőségbiztosítás (MiBi) által, szűrőpróbbával kiválasztva kerülnek vizsgálatra. Ez utóbbiakról készített röntgenfilmek kiértékelését a MiBi vezetőjével közösen végezzük, megbeszélve az esetleges hibák jelentkezésekor szükséges tennivalókat.

Röntgenvizsgálatokat végzünk még dörzshegesztett alkatrészekben, hegesztett láncokon, alvázakon stb. a Járművasszerkezeti gyárba telepített laboratóriumban, MXR-200 típusú géppel. Laboratóriumunk izotóppal nem dolgozik, mert a felmerülő feladatokat a jelenlegi berendezésekkel is el tudjuk látni.

Röntgenlaboratóriumunk fejlesztési terében – a nagymennyiségű öntvényvizsgálatra tekintettel – átvilágító rendszer üzembe állítása szerepel. Ez, egyrészt csökkentené a nagyon drága film

felhasználását, másrészt a vizsgálati idő rövidülne meg. Ezzel a vizsgálható mennyiséget lehetne növelni, valamint a vizsgálati idő rövidülésével – hibás darab esetén – gyorsabban lehetne beavatkozni a gyártásba.

Ultrahangos vizsgálatok

A vizsgálatokat megkönnyíti egy ZUK gépkocsi, amelybe a különböző műszerek és tartozékaik szállítására és tárolására alkalmas fiókos szekrényt építettünk. Ezeket a vizsgálatokat ugyanis majdnem teljes egészében a termelő gyárak területén végezzük. A gyárakban telepített ultrahangos vizsgálóhelyiség nincs, viszont a RAL feladata a RÁBA MVG-ben (vidéki telephelyeken is) felmerülő összes ultrahangos vizsgálat elvégzése.

A vizsgálati feladatok rendkívül sokrétűek, ezekre sorolok fel néhány példát.

Bugák vizsgálata

A vizsgálatokat a „vastelepen” végezzük, USL-32C műszerrel. (Itt jegyezzük meg, hogy az összes ultrahangos műszerünk Krautkrämer gyártmányú.) A vizsgálatok gyakorisága, a nagy darabszám és a kézi vizsgálat miatt 5-10 % körüli érték. Hibás darab esetén természetesen az egész adagot megvizsgáljuk.

Süllyesztékek vizsgálata

A Kovácsgyárban működő LASCO kocvácsológépen a terméket süllyesztékekben „ütik” készre. A Szerszámgárban több száz munkaóránál készülő nagyértékű süllyesztékeket még a megmunkálás előtt vizsgáljuk USIP 11 műszerrel. A darabok mérete kb. 2000x650x650 mm. Mivel a süllyesztékek erősen ötvözött acélból készülnek, ezért a fellelhető hibák túlnyomó része pelyhesedés. A már elhasználódott, kopott süllyesztékeket, felújítás előtt és után is ellenőrizzük. A megmunkált, profilos felületen kialakuló repedések mélységét is meghatározzuk XRT 705 repedésmélység-mérővel. Ha a repedés nem mélyebb 20-25 mm-nél, akkor a lemunkálás után megmaradó anyag-

ból rendszerint még új szerszám készíthető.

Gömbgrafit-tartalom ellenőrzése

Mivel a RÁBA MVG öntött gyártmányainak túlnyomó része gömbgrafitos szerkezetű, célszerűnek látszott roncsolásmentes vizsgálati eljárással kísérleteket végezni a gömbgrafit-tartalom meghatározására.

A szakirodalomban talált utalás szerint az ultrahangsebesség közvetlen összefüggésbe hozható a gömbgrafit-tartalommal. Kísérletsorozatokat végeztünk. Több ezer próbatesten megmértük az ultrahang terjedési sebességét. Ezután ezeket a próbatesteket pontosan a vizsgálat keresztmetszetében elvágtuk és mikroszkópos módszerrel meghatároztuk a gömbgrafit-tartalmat, amit összefüggésbe hoztunk az ultrahang terjedési sebességgel.

A próbadarabok gömbgrafit-tartalma 0-100 % között változott, így a kísérletsorozat eredményeként – az összetartozó adatokkal – felvehettük a gömbgrafit-tartalom és a hangsebesség közti összefüggést. Azért, hogy meggyorsítsuk a gyakorlati vizsgálatokat, kezdetben különböző táblázatokat készítettünk. Végül az egészet személyi számítógépbe (EPSON HX-20) programoztuk, melynek segítségével betanított munkaerő is végezheti a vizsgálatot. A gömbgrafit-tartalom meghatározását DM-3 típusjelű műszerrel végezzük. Az ultrahangos vizsgálatok eredményét, szűrőpróbaszerűen mikroszkóppal ellenőrizzük.

Öntött hátsóhidak falvastagságmérése

A hátsóhidak zárt szelvényei falvastagságának ellenőrzése hagyományos mérőeszközökkel nem kivitelezhető. Ezért ezeket DM-3-as műszerrel ellenőrizzük úgy, hogy a műszert egy, a hátsóhidon tolmérővel mérhető helyen hitelesítjük. A falvastagságmérővel követni tudjuk az öntvényben a mageltolódás mértékét is.

Új öntvények gyártásakor, valamint az öntési technológia megváltozásakor szorosan együttműködünk az Öntőde gyárral. A próbaöntvényeket röntgen-

és ultrahangos vizsgálattal is ellenőriz-
zük. Csak akkor indulhat a sorozat-
gyártás, ha ezeknek a vizsgálatoknak
az eredménye megfelelő. A gömbgra-
fitos öntvények roncsolásmentes vizs-
gálatánál a röntgen és ultrahangos el-
járást kombináltan alkalmazzuk. Ultra-
hangos vizsgálattal – amely sokkal
gyorsabb és olcsóbb – szelektálunk,
majd a hibás részeket röntgenvizsgá-
lattal tesszük a nem RM vizsgáló szak-
emberek részére is követhetővé.

Hegesztett csőtengelyek vizsgálata

Ez egy különleges vizsgálat, mert csak
a hegesztési varrat felső 60 %-ának
(7,8 mm) kell hibamentesnek lennie, a
gyökoldal felőli 40 % részben (5,2 mm)
bármilyen hiba megengedett. Az USA
piacra szállított csőtengelyek mindegyi-
két vizsgáljuk, darabonként 2 x 1700
mm hosszban.

A kísérletek során a megvizsgált he-
gesztéseket 10 mm-ként elvágtuk és
a lefényképezett hegesztési varratok
mellé az USK-7 ultrahangos műszer
képernyőjéről négy különböző pozíció-
ból készült felvételt hozzárendeltük. Az
így szerzett tapasztalatok alapján ki-
dolgozott vizsgálattal ellenőrzött dara-
bok hegesztésével kapcsolatos rekla-
mációk megszűntek. (A hegesztéseket
az USA-ban is ellenőrzik.) Ezek után

az eleinte kételkedéssel fogadott vizs-
gálat teljes elismerést nyert.

Egyéb roncsolásmentes vizsgálatok

Ide tartozik a folyadékpenetrációs re-
pedésvizsgálat (MR Chemie folyadék-
kal), a kézi mágneses repedésvizsgálat
(TIEDE készülékkel), az ultrahangos ke-
ménységmérés (DUR1) és a már em-
lített repedésmélység-mérés.

Ezeket a vizsgálatokat szükség szerint
végezzük, olyan helyzetben, mikor
nincs lehetőség a munkadarabokat ha-

keletkezése okának felderítésében,
másrészt az anyag összetétele, hőke-
zelése stb. ismeretében következtetni
tudunk, hogy az anyag mely részében,
milyen hiba előfordulására lehet szá-
mítani.

Végül a RAL személyi összetételéről
néhány szót. Összlétszám 8 fő, ezt a
későbbiekben szeretnénk 10–12 főre
növelni, köztük 1–2 felsőfokú végzett-
ségűvel is.

Célunk, hogy minden munkatárs ren-
delkezzen ultrahangos és radiológus
szakképesítéssel is. 1–2 főt tervezünk
MPR képzésre beiskolázni. Mivel az

beosztás		alapvégzettség	rm.szakképesítés
1 fő	laborvezető	felsőfokú	U2, R3, rm.anyagv. szakértő
1 fő	anyagvizsgáló	felsőfokú	U2
1 fő	anyagvizsgáló	középfokú	U2, R2
1 fő	anyagvizsgáló	középfokú	U1
1 fő	anyagvizsgáló	középfokú	R1
3 fő	anyagvizsgáló	középfokú	R2

gyományos repedésvizsgálón vagy ke-
ménységmérőgépen megvizsgálni.

Munkánk során szorosan együttműkö-
dünk a metallográfiai és kémiai labo-
ratóriummal, egyrészt az általunk kimu-
tatott hibák feltárásában és a hibák

ultrahangos vizsgálatok jelentősége
egyre nő a radiológiai vizsgálatokkal
szemben, először az ultrahangos tan-
folyamok elvégzését szorgalmazzuk.

912 067 010

A DECENT TRAVEL AGENCY

utazást szervez az

5. Európai Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferenciára, Triestbe.

AJÁNLATUNK:

11 fő + sofőr + kísérő részére 5 napos kiállítás látogatás.

Indulás: 1991. november 24. vasárnap reggel 6 óra

Útvonal: Budapest — Klagenfurt — Villach — Udine — Triest

Érkezés: du. 18 óra — Vasárnap este vacsora,

szállás 2 ágyas fürdőszobás szállodai szobákban.

November 25—27. hétfő, kedd, szerda: reggeli, konferencia-látogatás, vacsora, szállás.

November 28. csütörtök:

reggeli, visszatkozás.

Érkezés késő este, útközben kívánság
szerinti megállással, városnézéssel.

Részvételi díj: 43.900,- Ft/fő

Az ár tartalmazza a fenti szolgáltatásokon kívül a Kiállítási belépőt és 50.000 LIT költőpénzt.

Továbbá a gépkocsivezetőn kívül 1 fő szakmai kísérő – tolmács részvételét (a GTE
kijelölésében).

A kongresszusi részvétel díja (300 USD) a fenti árban nem szerepel, de kérésre biztosítani
tudjuk.

Várjuk mielőbbi jelentkezését.

DECENT TRAVEL AGENCY

H-1126 Budapest, Kakukk u. 4/b.
Tel.: (00361) 156-3943

Szabványügyi Műszaki Bizottságok a könnyűiparban

Varga Sándorné*

Az 1993. január elsején induló európai egységes piacra való felkészülés alapvető feladata, hogy hazánk műszaki és jogi szabályozása első lépésben a nyugat-európai gyakorlatot követő, majd másodlépésben azzal megegyező legyen.

A könnyűipari állami szabványosítás, mint a műszaki szabályozás eszköze, akkor segíti jól a felkészülést, ha

- a nemzetközi (ISO) és az európai egységes dokumentumokat (például EN, HD) bevezeti a magyar szabványrendszerbe, abból a célból, hogy a magyar szabványok és a nemzetközi, illetve nyugat-európai előírások közötti különbségeket, mint a kereskedelmet akadályozó műszaki korlátokat megszüntesse;
- a nemzetközi és az európai szabványosítás munkafolyamatába a korábbinál szélesebb körben bevonja az ipar, a kereskedelem, a minőségellenőrzés és a kutatás, valamint a felsőfokú oktatás szakértőit;
- folyamatosan információt ad az érdekelteknek az érvényben lévő és a kidolgozás alatt álló nemzetközi és nyugat-európai dokumentumokról.

A Magyar Szabványügyi Hivatal Könyvkiadói Szakosztálya - a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) és az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) szabványosítási gyakorlatát alapul véve - az alábbi Magyar Műszaki Bizottságok megalkotásával és működtetésével korszerűsíti szabványosítási munkamódszerét:

Magyar Papíripari Műszaki Bizottság:

ISO/TC 6
CEN/TC 172

Magyar Nyomdaipari Műszaki Bizottság:

ISO/TC 130

Magyar Csomagolási Műszaki Bizottság:

ISO/TC 122
CEN/TC 261

Magyar Textilipari Műszaki

Bizottság:

ISO/TC 38
CEN/TC 127; 134; 189; 248
ISO/TC 72

Ruházati Méretrendszerek és Méretjelölések Magyar Műszaki

Bizottság:

ISO/TC 133

Magyar Bőr- és Cipőipari Műszaki Bizottság:

ISO/TC 45;
CEN/TC 161
ISO/TC 83
ISO/TC 94;
CEN/TC 161; 162
ISO/TC 120
ISO/TC 137

Magyar Bútoripari Műszaki

Bizottság:

ISO/TC 136
CEN/TC 43; 207

Néhány kiemelt feladat a Műszaki Bizottságok programtervezetéből:

1. A Magyar Műszaki Bizottságokra épülő, várhatóan a jövő évben megalkotásra kerülő, Magyar Szabványügyi Szövetség alapszabálytervezetének megvitatása, kialakítása.
2. A Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) szabványainak, dokumentumainak véleményezése; részvétel a szabványegyeztető nemzetközi üléseken.
3. Részvétel az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) dokumentumainak véleményezésében; továbbá az MSZH és a Német Szabványügyi Hivatal; az MSZH és az Osztrák Szabványügyi Hivatal, valamint az MSZH és az Olasz Szabványügyi Hivatal által megkötött kétoldalú együttműködési szerződésekben meghatározott feladatok megvalósításában.
4. A magyar könnyűipari szabványpolitika meghatározása és működtetésének koordinálása; ezzel összefüggésben a szakágazat, azaz a Műszaki Bizottság programjának kialakítása.
5. Az 1993. január 1-ével induló európai egységes piacra való felkészülés előkészítése a szakágazatban.

6. A magyar könnyűipari szabványrendszer szakterületenkénti komplex korszerűségi felülvizsgálata, továbbá a korszerűsítés irányainak meghatározása; különös tekintettel az egy-szintű állami szabványosításra való felkészülésre.
7. A nyugat-európai országokban nem szabványosított termékekre vonatkozó magyar állami szabványok kidolgozásának kezdeményezése, előkészítése.
8. A fogyasztói érdekvédelem fokozott figyelembevételének biztosítása az állami szabványosításban.

A Műszaki Bizottságoknak tagja lehet bármely magyar vállalat, intézet vagy szakértő, aki vállalja, hogy az adott bizottság programjának megvalósításában aktívan (szponzorálással, szakértői biztositásával stb.) részt vesz.

Tekintettel arra, hogy a nemzetközi és az európai szabványosításban a szakágazatok szakértőinek részvétele csak a Magyar Szabványügyi Hivatal - a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet tagja, továbbá az Európai Gazdasági Közösség Szabványügyi Bizottsága által elismert egyetlen magyar központi szabványosítási szervezet - által működtetett Magyar Műszaki Bizottságokon keresztül biztosított, ezért a közös célok megvalósítása érdekében a szakágazatok vállalatainak, intézményeinek összefogására van szükség. A Műszaki Bizottságok munkájában feltétlenül számítunk az Ágazati Szabványközpontok aktív közreműködésére. Szeretnénk, ha a Műszaki Bizottságok a szakterületek szakmai fórumaiként működneek és lehetőséget biztosítanának az érdekegyeztetésekre, a kölcsönös érdekek érvényesítésére és a közös célok érdekében a közös fellépésre.

091 069 011

**Ez az Ön
hirdetési helye!**

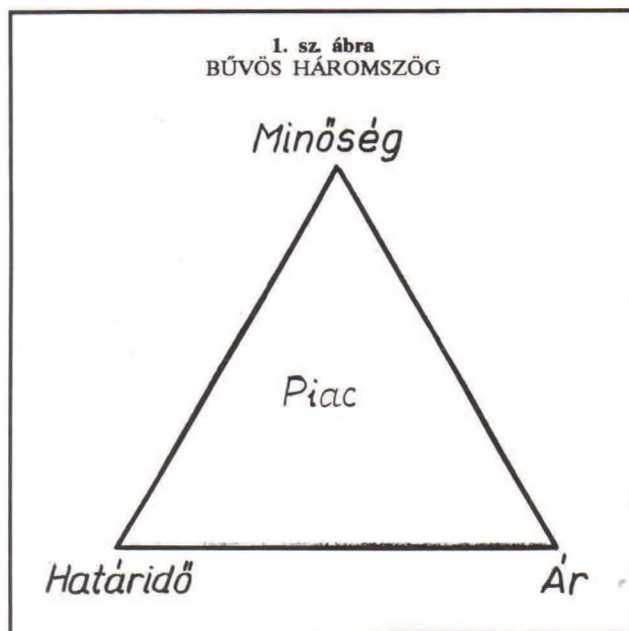
1.500,- Ft + ÁFA

* Magyar Szabványügyi Hivatal

Út a minőség biztosításához

Becker István

A piac „bűvös háromszöge” (1. ábra) érzékelteti, hogy a minőség – ár – határidő egymással összefüggnek. Jobb minőséget csak nagyobb önköltséggel, esetleg hosszabb előállítási idővel lehet elérni. Rövidebb határidő a minőség romlásához vezethet, vagy csak nagyobb önköltség árán tartható meg, mert több gépet, esetleg több műszakot kell beállítani.



A termék minősége alapvetően három tényezőtől függ: konstrukció – anyag – technológia. Ezek kapcsolatát is háromszögben szokás ábrázolni. (2. ábra)



E tényezők közül a konstrukció látszik a legkényesebbnek. Ebbe beleértendő a szerkezet funkcionális alkalmasságától kezdve, az összes lehetséges igénybevételt figyelembe

vevő méretezés, de ugyanúgy a küllem (esztétika) és a vevő ki tudja hány kívánsága. A konstrukció természetesen a lehetséges anyag (anyagok) és előállítási (gyártási) technológiák figyelembevételével készül. A technológia fogalmába beletartozik az ellenőrzés, mérés, vizsgálat stb. is. Az ellenőrzés, vizsgálat vonatkozik az alapanyagokra és a gyártásra egyaránt.

Jó termék = jó konstrukció + jó (alap)anyag + jó gyártástechnológia

A piaci gazdaságokban a szabadverseny a minőség prioritásához vezetett. Fél évszázaddal ezelőtt az árnak még jelentős szerepe volt a piacokon. A ma embere elsősorban a minőséget nézi.

A szabadverseny következtében a piacok telítődtek. A gyártók, ill. forgalmazók kénytelenek a technika állása szerinti legjobb minőséget kínálni, ellenkező esetben kiszorulnak a piacokról. Az árcsökkentés már ritkán segít. Általánosságban azt lehet mondani, hogy a piacokon egyforma jó minőségek versenyeznek egymással. De ha a minőségek egyformán jók, akkor miben lehet versenyezni? Mi biztosítja a vállalat piaci maradását? Jövőjét? Ennek a kulcsa a vállalat minőségbiztosítási rendszere: a rendszer minőségbiztosítása.



Amíg a termék-minőségbiztosítás tisztán műszaki kérdés, mérnökök és technikusok dolga, addig a rendszer-minőségbiztosítás a vállalatvezetés (menedzsment), szervező és gazdasági szakemberek feladata. A szabadversenyben csak azok a vállalatok számíthatnak piaci részesedésre, akik a minőségbiztosítási rendszerük működtetésével, állandó „karbantartásával” a vevők mindig változó, fejlődő, legkülönbözőbb igényeit is ki tudják elégíteni.

A rendszer-minőségbiztosítás elemeit egy körben szokás ábrázolni. (A magyar szabvány „minőség-hurok”-nak nevezi, valószínűleg az angol fordításból.) Minőségspirál-nak is nevezik, mert minden újabb termék esetében egy magasabb rendszer-minőségből lehet kiindulni. (3. ábra)

Megjegyzés: különböző források, szabványok a minőség-hurok elemeit más-más csoportosításban és elnevezésekkel ábrázolják.

A minőség-hurok elemeit itt csak érintőlegesen ismertetjük, azzal az előkelt szándékkal, hogy lapunk egy későbbi számába az ide vonatkozó nemzetközi szabványok figyelembevételével, e fontos kérdésre még visszatérünk.

1. **Marketing**
40 év tervgazdálkodás („Kommandowirtschaft”) után a marketing szó idegenül hat. E fogalomba tartozik a piac követése, (piackutatás), a konkurrencia figyelése (ki? mit? hogyan?), reklám és propaganda stb.
2. **Fejlesztés**
Termékeinket minden területen állandóan fejleszteni kell: konstrukció, anyag, technológia, esztétika stb. Az a gyár, mely megengedi magának, hogy 24 évig azonos termékkel jelenjen meg a piacon, nem lehet versenyképes, még akkor sem, ha a világpiaci ár alatt kínálja termékét.
3. **Koncepció, konstrukció**
A koncepció és a konstrukció mindenkor meg kell feleljen „a technika mai állásának”.
4. **Szerződés**
Az „adás-vételi szerződés” elemét nem minden minőség-hurokban találjuk meg, mert a piactervgazdálkodásban ez egy magától értetődő kulcselem. A szerződésben kell egyértelműen és részletesen rögzíteni a minőség – ár – határidő elemekről a jogi és egyéb gazdasági feltételeket is. A szerződés egyetlen rosszul fogalmazott mondatával beláthatatlan veszteséget lehet a vállalatnak okozni.
5. **Anyagbeszerzés, anyagraktározás**
Az anyagraktárba kizárólag ellenőrzött, dokumentált áru kerülhet. A terméket ellenőrizhetjük, vagy ellenőriztetjük a „minősített szállító” telephelyén, vagy a raktárba helyezés előtt a felhasználó telephelyén. Az anyag és a hozzátartozó dokumentáció raktározása olyan kell legyen, hogy biztosítsa a „nyomonkövethetőség”-et a gyártás folyamán.
6. **Technológiák felülvizsgálata**
A gyártás megkezdése előtt minden egyes gyártási eljárást, a konstrukcióban megadott anyagon ellenőrizni kell (eljárásvizsgálat). Ebbe a kategóriába tartoznak az ellenőrző mérések, anyagvizsgálatok stb. felülvizsgálata is. Ne feledkezzünk el a megfelelő szakember kiválasztásáról sem.
7. **Technológiai és ellenőrzési utasítások**
A technológiák sikeres vizsgálata alapján kell egyértelműen megfogalmazni a gyártási és ellenőrzési utasításokat. (Ezek szövegezésénél vegyük figyelembe, hogy milyen előképzettségű dolgozóknak szól!)
8. **Gyártás**
Az ellenőrzött technológiák és az egyértelmű technológiai utasítások garantálják a jó gyártást, feltételezve a technológiai fegyelem betartását. Ez a minőség-hurok-elem inkább a mennyiség és határidő szempontok szerinti szervezésre vonatkozik.
9. **Ellenőrzés, vizsgálat**
Az ellenőrző és vizsgálati helyeket ott kell kijelölni, ahol hiba keletkezése lehetséges. (gyártásközi ellenőrzés). A minőség-hurok 5. – 9. elemeinek maradéktalan betartása esetében a végellenőrzésnek már csak az a „hálás szerepe” marad, hogy dokumentálja a termék jó minőségét.
10. **Dokumentáció**
Egy termék dokumentációja minden adatot, utasítást stb. magában foglal a szerződéskötéstől az eladásig. A bizonylati fegyelem betartása a rendszer-minőség-biztosítás sarkalatos pontja.
11. **Csomagolás, raktározás**
A csomagolás elsősorban „célszerű” kell legyen: védje a terméket bármilyen külső behatástól. Bizonyos esetekben nem hagyható figyelmen kívül az esztétika sem. (Ez érinti a marketing tevékenységet is.)
A raktározásnál is szempont a (csomagolt vagy nem-

csomagolt) termék megóvása és a hozzátartozó dokumentáció tárolása.

12. **Szállítás**
A szállítás műszaki feltételeit is előzőleg meg kell tervezni, annak érdekében, hogy – közlekedési balasettól eltekintve – a termék a rakodás és szállítás folyamán ne károsodhasson.
13. **Külső-szerelés**
A (külső) szerelés minőség-biztosításának elemei alapvetően nem különböznek a 6. – 10. elemektől, de a szerelési-utasításokban a külső körülményekre (időjárás, állványzat stb.) és dolgozók testi épségére fokozottan kell figyelni.
14. **Próba (Próbaüzem)**
Az elkészült terméket, szerkezetet az eladás, átadás előtt ki kell próbálni (sorozatgyártás esetében a mintavételes vizsgálati módszer elegendő). A próbaüzem lefolyhat a vevő jelenlétében is. Ennek sikere esetében ez tekinthető átvételi vizsgálatnak is.
15. **Eladás**
A készterméket a hozzátartozó dokumentációval és egy mindenre kiterjedő *használati utasítással* adjuk át. A használati utasítás olyan egyértelmű és részletes kell legyen, hogy az a helytelen használatból eredő veszélyekre is ki kell térjen (műszaki, gazdasági, jogi stb.). Az eladáshoz tartozik a *garanciafeltételek* meghatározása is.
16. **Szerviz; reklamáció kezelése; karbantartás**
Egy vállalat „minőség-arcát”-ának fényképe a szerviz. Ha a termék jó, akkor szervizre nem is volna szükség, kivéve a fogyóanyagok és fogyóeszközök pótlását. Rendkívül fontos viszont, hogy bármilyen szervizigénynek, reklamációnak haladéktalanul, vita nélkül, udvariasan eleget tegyünk annak érdekében, hogy a reklamáló vevő semmilyen kárt ne szenvedjen (pl. csere-termék rendelkezésre bocsátásával). Kerüljük a „jogi alakoskodást”! A vevők elvesztése nagyobb kár, mint vitatható reklamációk elhárítása.
Az egész vállalati rendszerminőség-biztosítást áthatja a *költségek* (nem az ár!) követése. Minden beruházásnak, beszerzésnek tevékenységnek költségvonzata van. Természetesen az esetleges hibák és károk költségeit is követni kell (nem eltusolni!).
A *határidők* meghatározása nagy műszaki és szervezési gyakorlatot igényel, különösen azóta, amióta a szállítási határidőt nem naptári napra pontosan, hanem meghatározott órán belül kell teljesíteni. (Just in time = JIT.) Ezzel lehet a felhasználó raktározási költségeit csökkenteni.
A minőség-biztosítás a vállalat minden dolgozójának feladata és érdeke is. Nem kivételek az adminisztratív tekintetű szervezeti egységek sem.
A *penzügyi osztály* nemcsak a költségek követésében játszik vezető szerepet, de a beruházások gazdaságosságának megítélésében is döntő szava van.
A *személyzeti osztály* feladata arról gondoskodni, hogy megfelelően képzett és gyakorlattal rendelkező dolgozók álljanak rendelkezésre. A technika innováció-sebessége a dolgozók állandó továbbképzését, ill. átképzését igényli. Ezért rendszeresen kell tanfolyamokat, szemináriumokat, tréningeket szervezni. Már régen nem állja meg a helyét az az elképzelés, hogy a dolgozó „majd a munka közben megtanulja” (Learning by doing).
A *minőségügyi osztály* (minőség-osztály) „csak” a minőséggel kapcsolatos méréseket, ellenőrzéseket, anyagvizsgálatokat végzi és ezeket dokumentálja. Ne felejtjük el, hogy a *minőség biztosítása a vállalat minden dolgozójának feladata*, a telefonos kisasszonytól kezdve a vezérigazgatóig. A minőség-biztosítás felelős vezetője az igazgatótanács tagja! Az üzemi tanács, *igazgató tanács* gondoskodik arról, hogy a vállalat szervezete, működési szabályzata (felelősség, illetékesség, döntési kötelezettség, közlési kötelezettség stb.) a minőség-biztosítást hiánytalanul szolgálja.
Nemzetközi (ISO 9000-9004) és magyar szabványok (MI 18990-18994) rögzítik, hogy a rendszer-minőség-biztosításon

belül mit kell igazolni, dokumentálni, de nyitva hagyják a *hogyan* kérdést.

A fentiekből érzékelhető, hogy milyen átfogó és sokrétű feladat a vállalati rendszer-minősbiztosítás. Hogyan kezdünk hozzá a feladat megvalósításához? Milyen lépcsőfokok vezetnek a minőség biztosításához?

1. Képzés, oktatás, motiváció.
2. Minősbiztosítási rendszer megszervezése
3. Audit (minősbiztosítási rendszer felülvizsgálata)
4. Vállalat tanúsítása (certifikálás)

1. Képzés, oktatás, motiváció

- 1.1 A vállalatvezetés (*menedzsment*) részére 5 x 1 hetes tanfolyamok (Minősbiztosítási rendszerek. Statisztikai módszerek. Minőséginformáció. Minőségköltségek. Minőségfejlesztés. Minőségvezetési gyakorlatok stb.)
- 1.2 A minősbiztosítással foglalkozó szakemberek részére 5x1 hetes tanfolyamok. (Bevezetés a minősbiztosítás statisztikai módszereibe. Mintavételes vizsgálati rendszer. Kontrollkártyás szabályozási technika SPC. Kiértékelési eljárások. Megbízhatósági vizsgálatok stb.)
- 1.3 A vállalat minden munkavállalójának motiválása, a dolgozók „minősgtudatának” kifejlesztése (negyedévenként - félévenként 1-3 nap)

2. A minősbiztosítási rendszer megszervezése

- 2.1 A vállalat minősgpolitikájának írásbeli deklarálása
- 2.2 Szervezés (minősbiztosítási utasítások!), beruházás stb.
- 2.3 A vállalat minősbiztosítási rendszerének dokumentálása a „minősbiztosítási kézikönyvben”.
- 2.4 A minősbiztosítási rendszer hathatós működtetése és állandó fejlesztése

3. Audit (felülvizsgálat)

A minősbiztosítási kézikönyvben dokumentált minősbiztosítási rendszer működőképességének felülvizsgálata (gyenge pontok feltárása)

3.1 Külső audit

A vevő igényére egy független, semleges intézmény felülvizsgálja a minősbiztosítási rendszer hatásosságát.

3.2 Belső audit

A vállalat saját elhatározásából kéri fel a független, semleges intézményt a gyenge pontok feltárására. Az audit-felülvizsgálatok érvényessége meghatározott időre szól, ezért az auditálást rendszeresen meg kell ismételni. Az audit-igazolás a vevők felé *bizalmat* teremt. Minden vállalat elsődrendű érdeke a piacon maradás érdekében az audit-igazolás elnyerése.

4. Tanúsítás (certifikálás)

A vállalat minősítésének legmagasabb foka a tanúsítás (certifikálás). Még külföldön is csak nagyon kevés vállalat rendelkezik ezzel az igazolási fokozattal. (1990. márciusában: Ausztriában 6, Belgiumban 10, Németországban 100, Franciaországban 200 vállalat.)

A minősbiztosítási munkákat külföldön „minősbiztosítási egyesületek” (pl. Ausztriában: ÖVQ, Németországban: DGQ, Svájcban: SAQ) koordinálják. Ezek gondoskodnak a különböző tanfolyamok, szemináriumok, tréningek, tapasztalatcserék stb. megszervezéséről.

Az oktatáson kívül tanácsadóként vállalnak feladatokat a vállalatok minősbiztosítási rendszerének megszervezésében. (Minősbiztosítási kézikönyv)

Ezek az egyesületek azonban nem tekinthetők független, semleges szervnek, ezért sem az auditálásában, sem a certifikálásában nem vehetnek részt. Erre a célra külön egyesületek szerveződtek (ÖQS, DQS)

Magyarországon 1991. június 12-én alakult meg a „Magyar Minőség Társaság” (MMT). A szervezés megindult. Közel 10-15 év lemaradását kell behozni!

Lapunk nemcsak sikeres, jó munkát kíván az MMT-nek, de belépésünkkel is jelezni kívánjuk, hogy aktív közreműködők szeretnénk lenni a minősbiztosításban is. Szeretnénk lapunkban helyt adni az MMT-hírei számára.

Reméljük, hogy a fejlődés „auditálási és tanúsítási szakaszában” – talán 1-2 éven belül – Magyarországon is lesz olyan semleges, független intézmény, melyet a külföld is elismer.

912 070 012

Az MTA

**Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat
Műszerkölcsonzési Főosztálya ajánlja:**

GÁZANALIZÁTOROK • ANALITIKAI MŰSZEREK • IONANALIZÁTOROK ÉS pH-MÉRŐK
KÖRNYEZETVÉDELMI MŰSZEREK • ANYAGVIZSGÁLÓ KÉSZÜLÉKEK
RÉTEG- ÉS FALVASTAGSÁGMÉRŐK • VISZKOZIMÉTEREK • MÉRLEGEK • LABORATÓRIUMI ESZKÖZÖK

KÖLCSONZÉSE — JAVÍTÁSA

KÉRJE INGYENES KATALÓGUSUNKAT! — TEL.: 181-0903
IGÉNYEK SZERINT KIALAKÍTOTT LÍZINGAJÁNLAT! — TEL.: 161-0000
SZERVIZ, KALIBRÁLÁS — GYORS ÁTFUTÁSSALI — TEL.: 162-0704

CÍM: 1119 BUDAPEST, Szakasits Á. u. 59-61. • Telefax: 161-2280



Dr. Réti Pál, az anyagvizsgálók „Pali bácsi”-ja augusztusban ünnepelte 80. születésnapját. A GTE Anyagvizsgáló Központi Szakosztálya, a Roncsolásmentes Szakbizottság rendezésében, június 13-án ünnepi ülésen köszöntötte a Szakosztály egyik alapítóját. Ebből az alkalomból az „Anyagvizsgálók Lapja” képviselőiben Fücsök Ferenc beszélgetett az ünnepelttel.

AL: Az Olvasók és tisztelőid nevében is köszöntünk és jó egészséget kívánunk közelgő születésnapod alkalmából. A szakmában úgy ismernek Téged mint a Csepeli Anyagvizsgáló Labor megalapítóját, és a roncsolásmentes vizsgálatok hazai meghonosítóját. Kérünk, mesélj a régi időről! Mikor határozta el, hogy az anyagvizsgálattal foglalkozol?

Dr. Réti Pál: Köszönöm a jókívánságokat. Ebben a korban minden jókívánság hasznos... Sajnos nem kezdhetem úgy, hogy már kora ifjúságom óta... mert amikor 1935-ben gépészmérnöki diplomát kaptam, akkor is válság volt. Egy évig kerestem munkát, naplót vezettem a megpályázott helyekről. Ma is emlékszem, hogy 80 helyről utasítottak vissza. 1936. november 12-én kezdtem dolgozni a Weiss Manfréd gyárban és 1973. július 1-én küldtek nyugdíjba a Csepel Művektől. Mindenki tudja, hogy a gyárnak közben több neve is volt, de én egy helyen dolgoztam 37 évig.

AL: Anyagvizsgálóként?

Dr. Réti Pál: Nem. Amikor felvettek, francia licenc alapján csillagmotorokat gyártottak a repülőgépgyárban. Ezek rajzait kellett honosítani, ami egy lélekölő, mérnökhöz méltatlan munka volt. Ezért amikor megtudtam, hogy a gyárban van egy kis anyagvizsgáló laboratórium, oda kértem át magam. Ez az úgynevezett Szakítóterem a központi szerkesztés mellett, egy külö-

nálló épületben működött. Két részre osztották. Egyik része a Fémű, az Acélű és a Csőgyár részére végzett vizsgálatokat, Heeringer József vezetése alatt, a mi részlegünk pedig a repülőgépgyárat szolgáltatta ki.

AL: Milyen anyagvizsgáló gépeket használtak?

Dr. Réti Pál: Amikor én odakerültem egy szakítógépen kívül néhány keménységmérőnk volt. A repülőgépgyártás követelményei miatt hamarosan kaptunk egy korszerű szakítógépet és néhány, akkor nagyon újszerű fázasztógépet. Egy év után Korbuly László főmérnök kinevezett a repülőgyári részleg vezetőjévé. A háború kitörése után a hadianyagok vizsgálata és a hadiszállítások minősítése is a mi feladatunk lett. A repülőgépgyár a háború kezdetén nagy fejlesztésen ment keresztül, ekkor épült az új anyagvizsgáló laboratórium is, ami a mai napig is ugyanott működik.

Az új laboratórium megfelelő helye lett a korszerű gépeknek. Ekkor kaptunk többek között egy 100 tonnás Mohr-Föderhaff féle szakítógépet, torziós és forgó-hajtogató fázasztógépeket stb. Ide költözhetett a színekpelemzés dr. Török Tibor, a kémiai vizsgálatok dr. Mázor László vezetésével. A gépműhelyben nemcsak a próbatestek készültek, hanem Dénes István főművezető irányításával a különféle technológiai és szerkezetfázasztó vizsgálatokat végző berendezések is.

A 40-es évek elején a metallográfiai részleg is fejlődött, finomröntgen berendezéseket is kaptunk. Ebben az időben vezettem be azt a ma is élő szokást, hogy a vizsgálatok eredményét összefoglaló szakvélemény formájában kapták meg a gyárak.

A fejlesztéseket a háború persze zavarta, a bombázások alatt az épület is megsérült, de a helyreállítás után folytattuk a munkát.

AL: Mikor kezdődött a roncsolásmentes vizsgálatok alkalmazása?

Dr. Réti Pál: A háború alatt a repülőgépgyár területén épült az első röntgen labor a motor könnyűfémöntvényei ellenőrzésére. Seifert gépekkel szerelték fel. Úgy tudom, hogy az országban ez volt az első ipari labor, annak ellenére, hogy Gillemot László már a 30-as évek végén a Műegyetemen előadássorozatot rendezett a röntgen-sugárzás alkalmazásáról, és doktori értekezését is erről írta.

Ide tartozik még, hogy volt egy nagyméretű, Siemens gyártmányú, mágneses repedésvizsgáló berendezésünk is.

AL: Köztudomású a szakmában, hogy az ultrahangos vizsgálatokat Te honosítottad meg Magyarországon. Vissza tudsz emlékezni arra, hol hallottál először erről a módszerrel?

Dr. Réti Pál: Igen. 1947-ben a Nehézipari Központban a kollegák meséltek arról, hogy a Szovjetunióban hallottak valami defektoszkópiáról. Utánanéztem, hogy mit is jelent ez a módszer. Első készülék, amit láthattam, egy belga gyártmányú Ultrasonel nevű gép volt, ami átsugárzásos módszerrel dolgozott.

A vizsgálat elterjedését elsősorban a kezdetleges készülékek gátolták, de az emberek hozzá nem értése és idegenkedése is sokat „segített”. Példaképp elmondom, hogy a minisztérium kiosztott 20 db Kelvin-Hughes féle készüléket, ami még egy kiforratlan típus volt és talán csak nekünk sikerült használni. A Ganz gyárból is járt nálunk egy szakértő, aki rossz tanuló volt, mert visszamerve „egyből bemutatta” az argentin motorvonatok átvedőjének, hogy milyen „rosszak” a vasúti kerékpárok tengelyei. Hamarosan hívtak a minisztériumba, ahol Gillemot professzorral együtt azt az utasítást kaptuk, hogy az ultrahanggal a laborban játszhatunk, de ipari alkalmazása tilos! Az ultrahang vizsgálatnak ez a szakszerűtlen alkalmazása a hazai fejlődést nagyon visszavetette.

AL: Innen kezdődik az a máig élő nézet, hogy az ultrahangos vizsgálat csak a termelést akadályozza?

Dr. Réti Pál: Azt hiszem igen. Mert amikor az első, mai értelemben is használható ultrahangos berendezést, egy Krautkrämer USIP 6-os készüléket 1953-ban Komjáti Lászlónak, az akkori vezérigazgatónak bemutattam csak ennyit mondott: „Na, szegény kohászok!...”

Abban az időben az ultrahang vizsgálatnak még annyira nem volt hitele, hogy bírósági szakértőként is a módszerrel kimutatott anyaghibát bizonyosággal darabolással fel kellett tárnom.

AL: Sokan tanulták nálad ezt a szakmát. Kire emlékszel vissza a legszívesebben?

Dr. Réti Pál: Felsorolhatnám szinte az összes magyar ultrahangos vezetőt. Mégis, név szerint talán Barna Gábort említeném, aki legközvetlenebb munkatársam volt, és még ma is a legtöbbre tartok. Nem is tudnék mindenkit felsorolni, de akik a kezdetől ott voltak, a könyveim ábráin itt-ott szerepelnek. Például ezen a képen a Ganz-Villamossági Gyárban,

egy turbinatengely vizsgálata látható. Mit gondolsz ki áll mellette?

AL: ?

Dr. Réti Pál: Szabó Sándor.

AL: Nem ismertem meg, mert háttal áll, és sokkal karcsúbb, mint ma. De ha a személyeket nem akarod tovább sorolni, talán a rádióaktív izotópos vizsgálatok bevezetéséről mesélj.

Dr. Réti Pál: Az 50-es évek elején már jöttek a hírek az izotópok alkalmazásáról. Ez idő tájt az Akadémia Műszerbizottságában is dolgoztam, Hevesi Gyula akadémikus vezetésével. Sikertelen elfogadtatnom, hogy készítsünk egy típusú izotópos labor építéséhez. Az első a Csepel Műveknél készült el, és még ma is használják. A hozzávaló Co-60 izotópot a Szovjetunióból vettük. Utána több ilyen labor is épült, egy Diósgyőrben, és máshol is.

AL: Ha már az Akadémia szóba került, légy szíves mondd el, hogyan lettél a műszaki tudományok kandidátusa?

Dr. Réti Pál: Amikor az ötvenes évek elején az új tudományos minősítő szabályzat életbe lépett én is beadtam jelentkezésemet aspirantúrára. Egy bizottság megvizsgálta addigi működésemet, és úgy döntött, hogy nem is kell dolgozatot készítenem, így is megkapom a kandidátusi fokozatot. Amikor hosszú idő után bementem az Akadémiára érdeklődni, kiderült, hogy elvesztették a papírjaimat. Végül is meg kellett védenem dolgozatomat, de filozófiai tárgyból nem kellett vizsgáznom. Dolgozatomban egy Förster Permeométerrel végzett vizsgálataimat ismerttettem, címe „Acélok folyási határának meghatározása mágneses úton”.

AL: Szakmai munkásságodat nemcsak itthon, hanem külföldön is ismerik a közel másfél száz publikációból, két, részben német, illetve orosz nyelven is megjelent könyveidből. Jól ismerjük egyetemi és főiskolai jegyzeteket is. Mondanál pár szót az oktatási munkádról?

Dr. Réti Pál: A háború után megalakították a Műszaki Főiskolát, ami egy önálló intézmény volt, és az Egy József utcában működött. Itt az Épületgépész Tagozaton a „Szerkezeti anyagok és anyagvizsgálat” című tárgyat oktattam. Azután a Műszaki Egyetem nappali és csepeli kihelyezett esti tagozatán 1953-58 között tanítottam. Ez utóbbira emlékszem vissza

legszívesebben. A múlt nyáron is meghívtak a 35 éves jubileumi összejövetelre, ami kellemes találkozás volt. Sokan az ott végzetek közül magas pozícióba jutottak. Például Hirling József, aki most ment nyugdíjba a bécsi Atomenergia Ügynökségtől.

AL: Gondolom a roncsolásmentes vizsgálok tanfolyamain is oktattál. Hogy emlékszel vissza az ultrahangos tanfolyamok kezdetére?

Dr. Réti Pál: Ezeket a tanfolyamokat akkor a GTE szervezte. Mivel a volt Tözsdepalotában, a mai TV-ben, nem volt elég hely, az első tanfolyamokat a MÁV Ultrahangos Központjában rendeztük, megboldogult barátom Virág István segítségével. Azután persze máshová kellett költözni, de ennek felsorolását ne tőlem várd!

AL: Ezt nem várhatom el, oly sok helyen volt már. Inkább a GTE-ről beszéljünk. Te a GTE alapító tagja vagy, mesélj egy kicsit az Anyagvizsgáló Szakosztályról...

Dr. Réti Pál: A GTE 1949-ben alakult, én az évben július 17-én léptem be. A Technológiai Szakosztályban működtem és javaslatomra hozták létre az Anyagvizsgáló Szakbizottságot. Önálló szakosztályként 1957 óta létezünk. Első elnökünk Dr. Gillemot László professzor volt, Kálmán Józsefet választottuk titkárnak, jómagam a főtitkár voltam. A kezdetek óta foglalkozott a szakosztály a mechanikai vizsgálatokkal, a kifáradással, a feszültségoptikával, a szinképelemzéssel és a roncsolásmentes vizsgálatok közül a ra-

diológiával és az ultrahanggal. Évenként rendeztünk Emissziós Szinképelemző Vándorgyűlést, háromévenként nemzetközi anyagvizsgáló kongresszust és egyéb rendezvényeket. 1967-ben Debrecenben rendeztük a IX. C.S.I.-t, a Nemzetközi Szinképelemző Kongresszust 500 külföldi résztvevővel. Óriási esemény volt. Az azóta történetekre már te is emlékszel...

AL: Igen, arra is emlékszem, hogy az én 1969-es tagkönyvem is Te írtad alá...

ÉS NYUGDÍJAZTATÁSOD ÓTA MIVEL FOG-LALKOZOL?

Dr. Réti Pál: Ne is említsd! Egyetértek Hemingway-jel, aki valahol azt írta: „... nyugdíjbavonulás, a nyelv legvisz-szatasztóbb szava...” Életem legnagyobb törését az okozta, amikor 62 évesen, munkabírásom teljében el-küldtek...

Másodállásom volt 1953-77 között a Láng Gépgyárban, ami azt jelenti, hogy nyugdíjasként 4 évet még művelhettem a szakmát. Azután dolgoztam a MÁV-nál 78-79, és az Ipari Minisztériumban 85-88 között, mint szakértő. Ha összeszámolom 46 év munkaviszonyom volt. És persze a GTE-ben, amit rám bízta.

AL: Remélem még sokáig figyelhetjük tanácsaidat és használhatjuk szakértelmedet a GTE-ben. További jó egészséget kívánok és köszönöm az interjút.

Dr. Réti Pál: Én is köszönöm az érdeklődést.

Az Anyagvizsgáló Üzem bizonyos vizsgálati profiljának módosulása lehetővé teszi néhány anyagvizsgáló eszköz eladását. Ennek értelmében eladásra felkínáljuk Önöknek az alább felsorolt anyagvizsgáló eszközöket:

Mágneses repedésvizsgáló készülék TVM 42 típus. 1 db
Felhasználási területe: acélszerkezetek felületére kijövő repedéseinek feltárása

IPARI RÖNTGENKÉSZÜLÉKEK:

KXR 250-ES körsugárzó 1 db
MXR 202-es vonalsugárzó XR-3 kapcsolószekrényrel 4 db
MXR 201-es vonalsugárzó MXR-3 2M kapcsolószekrényrel 2 db
Felhasználási terület: öntvények és acélok hegesztési hibáinak feltárása

VAJ 15A nukleáris nagyérzékenységű sugármérő 3 db
Felhasználási területe: gammasugárzás mérése, izotóptartók meghibásodása esetén sugárforrások megkeresése, sugárveszélyes terület elhatárolása.

A felsorolt készülékek megközelítőleg új állapotban vannak. Az eladási kapcsolatok létrejöttével kérjük szíves értesítésüket, hogy a kért vizsgálati eszközöket bemutassuk, illetve rendelkezésükre bocsátsuk.

Érdeklődni: VEGYIMŰVEKET ÉPÍTŐ ÉS SZERELŐ Rt.

SZERELÉSI DIVÍZIÓ • Anyagvizsgáló Üzem
Budapest XI., Mogyoród útja 42. • Tel.: 169-6999 (Kovács Jánosné)

Tanfolyamok

KORSZERŰ RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATOK ÉS AZOK EREDMÉNYEINEK GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

A Miskolci Egyetem Mérnöktovábbképző Intézete a Mechanikai Technológiai Tanszék szervezésében egyhetes bentlakásos tanfolyamot indít a fenti címmel.

A tanfolyam célja: A szerkezetek, gép-elemek gyártása, felületvizsgálata során alkalmazott korszerű roncsolásmentes vizsgálatok módszereinek áttekintése, a kapott eredmények reprodukálhatósága, dokumentálása, tárolása, műszaki kritikai értékelése, gyakorlati felhasználása.

A tanfolyam tematikája: Maradó feszültségek keletkezése, osztályozása, mérési módszerei (Barkhausen-effektus felhasználásával, lyukfúrásos eljárás, röntgendiffrakciós módszer stb.). Ultrahangvizsgálatok elvi alapjai, korszerű készülékek (USK 7D, USD10 stb.). Adattárolás és feldolgozás a dialóg ultrahangos készülékeken a minőségbiztosítás érdekében. Sajtolt ötvözt alumíniumrudak technológiai hulladék hosszának kimutatása ultrahangos módszerrel. Öntvények vizsgálatának sajátosságai. Mágneses és penetrációs vizsgálatok alkalmazása a kézi vizsgálatoktól a folyamatban alkalmazott rendszerekig. Mikroprocesszoros vezérlésű adattárolós keménységmérő alkalmazása labor- és üzemi körülmények között. Tapasztalatok az infra hőmérsékletméréssel $-50 \sim 3000^\circ\text{C}$ tartományban. Felületi és belső folytonossági hiányok veszélyességének megítélése a törésmechanikai alapelvek felhasználásával kvázistatikus és ismétlődő terhelés esetén. Anyagok bemetszésérzékenysége, szerkezetek repedésérzékenysége. Technológiai maradó feszültségek szerepe, tudatos szabályozása. Endoszkópos vizsgálatok, készülékek. Vizsgálati módszerek megválasztásának, előírások kialakításának szempontjai a gazdaságosság és megbízhatóság figyelembevételével.

Előadók és a mérés technikai gyakorlatok vezetői: Dr. Gál István, dr. Lizák József, dr. Kovács Károly, Kecskés Pé-

ter, Posgay György, dr. Frigyk Gábor, Major Zoltán, dr. Tóth László, Kalocsai Péter.

A tanfolyam ideje alatt a TESTOR Bt. munkatársai egyrészt bemutatót, másrészt szaktanácsadást tartanak, ismeretve a legújabb készülékeket, a velük szerzett tapasztalatokat.

A tanfolyam tervezett időpontja:
1991. november 11-15. és
1992. január 13-17.

Jelentkezni lehet a következő címen:
Miskolci Egyetem Továbbképző
Iroda • Fax: (46)-60-204
3515 Miskolc-Egyetemváros

A tanfolyam költsége: utókalkuláció alapján számlázva (várhatóan nem haladja meg a 3000 Ft-ot)

Hazai rendezvények

Kohászati hulladékhasznosítási ankét, Miskolc – Ózd,
1991. szeptember 26-27.
Szervező: Oktaéder Tudományos Egyesülés, tel.: 46 70-152

V. Tribológiai konferencia,
Budapest, 1991. november 27-29.
Szervező: GTE, tel.: 153-0749

ASTM szabványügyi szeminárium,
Budapest, 1991. október 1.
MTESZ székház.
Szervező: az Amerikai Szabványügyi Társaság és a Magyar Szabványügyi Hivatal.
Felvilágosítást ad dr. Konkoly Tibor, tel.: 166-6046

Magyar Kongresszusi Iroda ajánlatából

Hungaro-Regula '91 –
Nemzetközi Méréstechnikai Kiállítás
Budapest,
1991. szeptember 30 – október 3.

Eurokorr '91,
Budapest, 1991. október 21-25.
Korrózióvédelmi konferencia és nemzetközi kiállítás,
Hungexpo Vásárcsopont

Külföldi rendezvények

Változás!
5th ECNDT roncsolásmentes anyagvizsgálati konferencia,
Triest Olaszország, november 24-28.
(lásd Decent Travel Agency csoportos utazási felhívását is!)

Fracture in Austenitic Components,
1991. október 8-9., Saclay, France

Kiállítások és vásárok

MARMOMACCHINE,
márvány, kő, gránit, márványipari gépek és műszerek,
Verona, Olaszország,
1991. szeptember 22-29.

MAC Vegyészeti műszerek, analízis szakkiallítás,
Milano, Olaszország, 1991.
november 26-30.

METROMATICA, Műszerezés és automatizálás szakvásár,
Zaragoza, Spanyolország,
1991. november 12-16.

Nemzetközi rendezvények 1992-ben

Micro CAD, számítógéppel segített tervezés, Miskolc, 1992. február

2nd Int. Conf. on Sandwich Construction, Gainesville, Florida, USA
1992. március 9-12.

Int. Tage der zerstörungsfreien Prüfung von Schweissverbindungen, Brno, Cseh és Szlovák Köztársaság, 1992. március 5-6.

Structural Integrity Assessment, Manchester, UK.
1992. március 31.–április 2.

Fatigue and Fracture of Inorganic Composites, Cambridge, UK.
1992. március 31.–április 2.

2nd Symp. on Advances in Fatigue Lifetime Predictive Techniques, Pittsburg, Pennsylvania, USA.
1992. május 4-5.

XVIII. ISA'92, Int. Symp. on Autoradiography, Zvihovské Podhradi, CSFR,
1992. május 11-15.

Roncsolásmentes anyagvizsgálati szeminárium és kiállítás,
Gyula, 1992. május 17-20.
Szervező: GTE

7th Int. Conf. on Pressure Vessel Technology (ICPVT), Düsseldorf, Germany,
1992. május 31-június 5.

Int. Conf. on Pipeline Reliability, Calgary, Alberta, Canada.
1992. június 2-5.

13th WCNDT, World Conf. on
Nondestructive Testing, Sao Paulo,
Brazilia, 1992. október 18-23.

2nd Int. Conf. on Fracture and
Damage of Concrete and Rock,
Vienna, Austria,
1992. november 9-13.

European Working Group on Acoustic Emission

tudományos konferencia

1992. április 28-30.

Előadással jelentkezni

1991. november 30-ig.

Cím:

Prof. Dr. Ir. M. Wevers
Dept. MTM, Katholieke
Universiteit Leuven
de Croylaan 2

3001 Heverlee Belgium,
Telefax: 0032/16/207 995
Phone: 0032/16/220 931

Hazai felvilágosítást ad:

Pellionisz Péter
Központi Fizikai Kutató Intézet,
Tel.: 1-699-499/16-16

**„Korrózióvédelmi
és Környezetvédelmi
Tanácskozás”-át
1991. október 9-11.
között Tatán rendez
meg a Korrózióvédelmi
és Környezetvédelmi
Egyesület**

Kiadványok

A Gépipari Tudományos Egyesület
1991. évben az alábbi kiadványokat
jelentette meg:

Vállalati szervezés

Szerző: Dr. Kárpáti József

A kiadvány ára: 1.690,- Ft

A kiadvány bemutatja a korszerű szer-
vezés elméletét, gyakorlatát a színvonal
emelésének módját, foglalkozik a hazai
és nemzetközi piacra orientált vállalati
magatartással, a folyamatszabályozás
módszereivel, valamint az információs
rendszerek szervezésével. Az anyaghoz
kapcsolódóan bemutatásra kerülnek a
műszaki fejlesztés szervezésének kö-

vetelményei, kapcsolódva a termelés-
szervezés kérdéseivel.

Balesetmegelőzés ergonómiája

Szerző: Dr. Bakos István

A kiadvány ára: 863,- Ft

A kiadvány a balesetmegelőzés mun-
kahelyi, emberi tényezőivel foglalkozik.
Magas szakmai színvonalon elemzi a
baleseteket okozó és kialakító körülmé-
nyeket, a megelőzés, elhárítás le-
hetőségeit és módjait. A szerző jelentős
bizonyító anyaggal igazolja és mutatja
be, hogy a baleseteknél milyen nagy
szerepe van a munkahelyi körülmé-
nyeknek, ártalmaknak és az emberi
magatartásnak.

A kiadvány foglalkozik az üzemi, köz-
lekedési balesetekkel a fizikai és tech-
nikai okokból, az alkohol és gyógy-
szerhatásokból, meteorológiai té-
nyezőkkel, különféle veszélyforrások-
ból, idegrendszeri megbetegedé-
sekből, az intelligencia szerepéből, fo-
kozataiból származó esetekkel. Kiemel-
kedik a kiadvány tartalmából az emberi
meggyőzés fontossága, módszerei, a
témakör ismeretterjesztő oktatási és
propaganda szerepe, valamint a bal-
esetek gazdasági hatásai.

A kiadvány tartalmához a témakörök-
höz csatlakozó egyéb kiegészítő isme-
retek is tartoznak, mint például látás,
világítás, alkalmasságvizsgálat stb.

A kiadványhoz csatlakozik széles körű
hazai, nemzetközi irodalomjegyzék, név
és tárgymutató-jegyzék, valamint bal-
eseti kérdőív.

Vállalati minőségszabályozás, célok meghatározása és elemzése

Szerző: Dr. Szabó Gábor Csaba

A kiadvány ára: 735,- Ft

A kiadvány a szakmérnöki, a gazdasági
mérnöki oktatás irodalmi háttere is.

A könyv foglalkozik a minőségszabá-
lyozás szemléleti, terminológiai, szerve-
zeti problémáival is, majd felvázol há-
rom lehetséges minőségszabályozási
stratégiát, ezek feltételrendszerét,
összefüggéseit, ezek alapján pedig a
megvalósítás főbb módszertani eszkö-
zárát mutatja be a vállalati esettanul-
mányok, esetpéldák, esetjátékok segit-
ségével, középpontba állítva a belső
minőségirányítók elemzését, sziszte-
matikus feltárását, kihasználási le-
hetőségeit.

A kiadványok megrendelhetők:

Gépipari Tudományos Egyesület
Műszaki Szolgáltató Iroda

Levél cím: 1371 Budapest, Pf.: 433

Felvilágosítás: Bálint László

Telefon: 201-2011/151

SZTJ 820-31 könyvkiadás

Forgalmi adó: 0%

Olvassa testvérlapunkat

a

HEGESZTÉSTECHNIKÁT

Megjelenik:
negyedévente

Előfizetési díja:
400,- Ft

Megrendelhető:

MONTEDITIO Kft.

1075 Budapest,
Tanács krt. 5/a.

Tel.: 141-2980, 132-9360

Németországi munkára anyagvizsgálókat keresünk!

Németül beszélő munkatársak előnyben!
Követelmény: 2-es fokozatú 5 évnél nem
régibbi megújítású
mágneses-penetrációs-vizuális valamint
ultrahangvizsgálói képesítés.
Bővebb felvilágosítást a kiadótól kérjenek!

TESTOR

Műszaki Kereskedelmi Betéti Társulás

1124 Budapest, Törpe u. 8.

H- 1538 Budapest Pf. 528.

Tel.: 361-155-9886 • Fax: 361-155-2618

- Roncsolásos anyagvizsgálók
- Roncsolásmentes anyagvizsgálók
(mágneses örvényáram, UH, penetráció, radiográfia)
- Mechanikai méretellenőrzők (tolómérőtől a mérőgépig)
 - Felületi érdességmérők
 - Infra hőmérsékletmérő
 - Csapágyvizsgáló műszerek
- Kábel- és csőkeresők, hibahelymeghatározó műszerek
 - Elektromos mérőműszerek
- Szabályozástechnikai műszerek

