

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA



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

Szerkesztő:
Moldvai Ferencné

Kiadja:
TESTOR BT.

Felelős kiadó:
Szappanos 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.számán. 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: BAKRO & GEIGER
Felelős vezető: Bakró László
Szedés: PC-Print BT.

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

Körlevelünkre sokan válaszoltak.
Biztatást és jó ötleteket is adtak.
Köszönjük!
Kérjük írják meg véleményüket,
tapasztalataikat.

**Díjtalan előfizetést nyertek 1991-re
az év elején postázott válaszkártyánk
visszaküldői közül sorsolás útján a
következők:**
Burayné dr. Mihályi Erika (Budapest),
Harmat Antal (Pécs), Horváth Ferenc
(Beremend) Józsa Béla (Sirok),
Kászonyi István (Budapest), Kiss
Károly (Egyed), Lengyel Miklós
(Budapest), Magasházy Györgyné
(Budapest), Séra István (Budapest) és
Tóth Géza (Mosonmagyaróvár).
Lapunkat a válaszkártyán feltüntetett
címe postázzuk.

Tisztelt Kolléganők, Kollégák!

Negyedévenként rendszeresen megjelenő lap első (próba) számát tartják kezükben. Egy induló vállalkozás jelentkezését, melyet az a törekvésünk hívott életre, hogy a vizsgáló szakembereknek adjunk elvi, de főleg gyakorlati útmutatót mindennapi munkájuk segítésére.

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.

Miért kell újra kitalálni azt, amit az ország más részében valaki már kidolgozott?

Ugye munkája során Ön is gyakran kerül új, eddig megoldatlan problémával szembe? Elkelve a segítség a megfelelő műszer kiválasztásánál, a szerviz megtalálásához? Ilyenkor bizonyára Ön is a volt évfolyamtársát, a szakmai rendezvényeken megismert „idősebb kollégát” hívja.

Biztosan megtalálja így a legmegfelelőbb konzulens?

Olvassa az Anyagvizsgálók Lapját!

Ugye szívesen átadna tapasztalataiból, segítené a szakmával most ismerkedő kollégákat, jó érzésért, honorárium ellenében?

Írja Ön is az Anyagvizsgálók Lapját!

Előzetes elképzeléseink szerint rovata lesz laborok bemutatkozásának, termékbemutatónak. Írni kívánunk szakmai kongresszusokról, kiállításokról. Tervezünk állást keres-kínál rovatot is, mégis az Anyagvizsgálók Lapjának végleges profilja az Önök igényei szerint fog alakulni.

Szerkessze az Anyagvizsgálók Lapját!

Tisztelt Kolléganők, Kollégák, a vállalkozások, a változás szele a legtöbb labor ajtaján befűj(t). Hol érdekeltséggel, másutt „elvárással” ösztönzik a laborvezetőket a kapacitás jobb kihasználására, a létszám lefaragására és külső vizsgálati munkákból bevétel termelésére. Ugyanakkor a termékértékesítés és a vizsgálati technika fejlődése egyre újabb berendezések igényét hívja elő. Fogjunk össze, segítsük egymást a legmegfelelőbb berendezés megismerésében a kiválasztástól a használatbavételig.

Legyen ez a lap a tapasztalat és kapacitás kereslet-kínálati piaca!

Szíves leveleiket várva, tisztelettel:



Szappanos György
TESTOR BT.

KÉSZÜLÉKEK, BERENDEZÉSEK – INSTRUMENTS, EQUIPMENTS – GERÄTE, ANLAGEN

Dr. Lukács János-dr. Lovas Jenő:

Az MTS TestLink rendszerével vezérelt anyagvizsgálati mérések és azok kiértékelési módszerei

Material tests governed by TestLink system MTS and their evaluation methods

Werkstoffprüfungsmessungen und ihre Auswertungsmethoden gesteuert mit MTS TestLink-system. 3

Petik Ferenc:

A Microdur-2 hordozható keménységmérő

Portable hardness tester MICRODUR – 2

Microdur-2 tragbares Härteprüfgerät 8

Fücsök Ferenc:

Tapasztalatok a Krautkrämer USD 10 ultrahangos vizsgálókészülékkel

Experiences with ultrasound equipment Krautkrämer USD 10

Erfahrungen mit dem KRAUTKRÄMER USD 10 Ultraschallprüfgerät 9

Lukovits László:

Új készülék az anyagvizsgálat eszköztárában a röntgen fluoreszcens analízátor

Portable X-ray fluorescent analyzer – a new device in material testing

Neues Gerät in dem Instrumentenlager der Werkstoffprüfer – tragbares Röntgenfluoreszenz – analysator 12

Dr. Borbás Lajos-dr. Thamm Frigyes:

Száloptika alkalmazása az optikai feszültségvizsgálat rétegbevonatos eljárásánál

Apparatus for Photoelastic coating technique using fibre optics

Die Anwendung der Glasfaseroptik bei der Spannungsprüfung mit Schichtüberzug 14

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK – TESTING METHODS – PRÜFMETHODEN

Dr. Ziaja György:

A finomlemezek technológiai vizsgálatának korszerű módszerei és eszközei

Up-to-date methods and devices for technological investigation of thin sheets

Die moderne Methoden und Mittel der technologischen Prüfung von Feinblechen. 17

Dr. Tama J. Tamás:

Maradó feszültségek mérése beágyazott nyúlásmérő bélyegekkel szálerősítésű műanyag csövekben

Measurement of residual stress by embeddes strain gauges in case of glass-fibre reinforced plastic tube (GFR)

Messung der Restspannungen mit eingebetteten Mess-streifen in faserverstärkten Kunststoffröhren 22

Posgay György:

Ferromágneses anyagok vizsgálata Barkhausen-zaj méréseivel

Testing ferromagnetic – materials by Barkhausen noise measurement

Die Prüfung von Ferromagnetischen Werkstoffen mit der Messung der Barkhausen gerausehes 26

Dr. Horváth Iván:

Keménypoliétilén csövek hegesztett kötéseinek komplex minőségellenőrzése

Complex quality control of welded joints of HDPE tubes

Komplexe Qualitätskontrolle der Schweissverbindungen von Hartprolietilenrohren 29

BEMUTATJUK A ... LABORT – THE ... LABORATORY IS INTRODUCED – WIR STELLEN DAS LABOR ... VOR 31

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – QUALITY GUARANTEE – QUALITÄTSSICHERUNG

Becker István:

Miért a minőség? Miért a minőségbiztosítás?

Why quality? Why quality guarantee?

Wozu Qualität? Wozu Qualitätssicherung? 32

Lehocky György:

Termékfelelősség

Strict liability

Produkthaftung 33

SZABVÁNYOSÍTÁS – STANDARDISATION – NORMUNG

Bánki Tamás:

Nemzetközi és európai szabványosítás az anyagvizsgálatban

International and European standardisation in the field of material testing

Internationale und Europäische Normung in der Werkstoffprüfung 34

ESEMÉNYNAPTÁR – SCHEDULE – AKTUALITÄTKALENDER 36

Az MTS TestLink rendszerével vezérelt anyagvizsgálati mérések és azok kiértékelési módszerei

dr. Lukács János* dr. Lovas Jenő**

1. Bevezetés

A hagyományos és a számítógéppel segített tervezés egyik alapproblémája – akár konstrukciós, akár technológiai tervezésről van szó – a megfelelő tönkremeneteli kritériumok kiválasztása és beépítése az alkalmazott modellbe. A tönkremeneteli kritériumokhoz rendelt mérőszámok skálája igen széles, így a – teljességre törekvés igénye nélkül – szóba jöhetnek:

- a kalsszikus anyagvizsgálati mérőszámok, mint húzó, nyomó folyáshatár ($R_{p0.2}$, R_{eH}), szakítószilárdság (R_m), fajlagos törési munka (W_C) stb.;
- a lineárisan rugalmas, illetve rugalmas képlékeny törésmechanikai mérőszámok, mint törési szívósság (K_{IC}), a J integrál kritikus értéke (J_{IC}) stb.;
- a kisciklusú fáradásra jellemző mérőszámok, mint a Manson-Coffin egyenes két paramétere (B és m) stb.;
- a fáradásos repedés terjedésével szembeni ellenállást kifejező mérőszámok, mint a Paris-Erdogan összefüggés két állandója (C és n), a feszültségintenzitási tényező tartomány alsó küszöbértéke (ΔK_{th}) stb.;
- a lemezalakító technológiák határállapotának vizsgálatához alkalmas anizotrópia tényező (r), keményedési együttható (n) stb.

Egy jól szervezett számítógépes tervező rendszerben a különböző anyagokra vonatkozóan az ilyen mérőszámok adatbank(ok)ban tárolhatók, vagy a tervező rendszer központi anyag adatbázisokat tud elérni. A mérési, s így a tervező rendszer számára bemenő adatok megbízhatósága érdekében célszerű olyan sorozatvizsgálatokat végezni, ahol a vizsgálati feltételek azonosak. A nagy sorozatban végzett azonos – általánosabban hasonló – mérések elvégzésére ideálisan alkalmazhatók a számítógéppel vezérelt anyagvizsgáló berendezések. Jelen közleményben a BME MTAI Mechanikai Technológiai Tanszékén, illetve a ME Mechanikai Technológiai Tanszékén üzemelő, TestLink rendszerrel vezérelt, MTS elektrohidraulikus anyagvizsgáló gépeken végzett vizsgálatok tapasztalatait kívánjuk bemutatni.

2. Az MTS TestLink rendszere

Az MTS típusú nagy merevségű, szakító-fárasztó berendezés alkalmas a szokásos mechanikai anyagvizsgálatok számítógéppel vezérelt elvégzésére. A meglevő, hagyományos elektronikus szabályozó elemek mellett ezt a TestLink [1] nevű rendszer biztosítja, ami egyaránt tartalmaz hardver és szoftver elemeket.

A TestLink rendszer az alábbi részekből áll:

- MTS 458.20 Microconsole, ami egy mikroprocesszoros vezérlésű elektronika az anyagvizsgáló berendezés működtetéséhez.
- MTS 458.91 Microprofiler, ami egy programozható függvénygenerátor. Programozható közvetlenül, illetve számítógépen keresztül, tartalmaz egy 18 bit-es D/A átalakítót.
- TestLink illesztőegység, ami egy többfunkciós adatgyűjtő és vizsgálatvezérlő mikroprocesszoros egység, összeköttetésben van a Microconsole-lal és a számítógéppel.

A berendezéshez illeszthető minden IBM kompatibilis XT/AT, IBM PS modell, vagy egy más kiépítésben DEC VAX típusú számítógép. Miután a szoftver többféle grafikus megjelenítési lehetőséget is biztosít, a vizsgálati eredmények dokumentálásához plottert és printert is használhatunk.

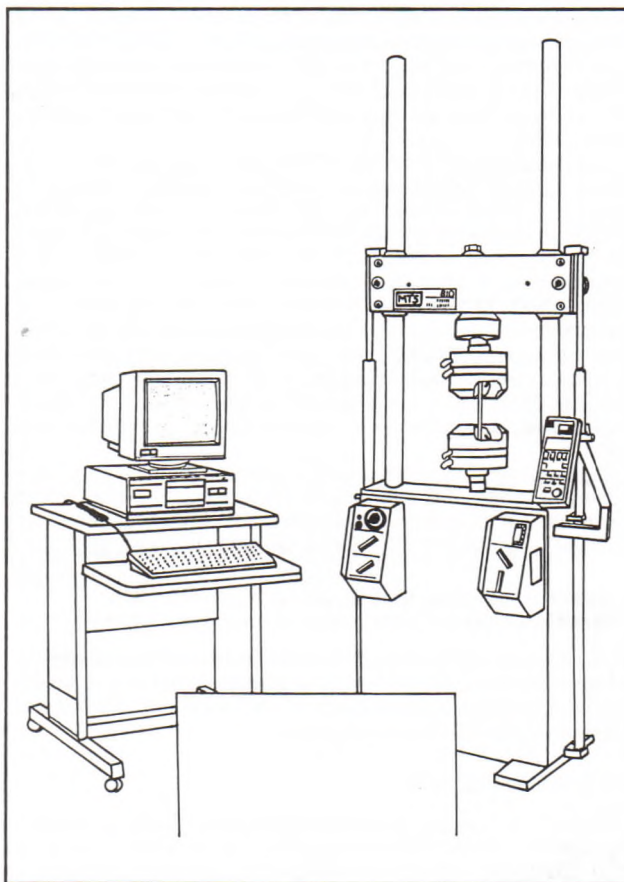
A berendezés többféle nyelven programozható interpreter BASIC, Microsoft Quick BASIC, Microsoft Pascal, Microsoft C, Turbo Pascal.

* Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszék

** Budapesti Műszaki Egyetem MTAI Mechanikai Technológiai Tanszék

A számítógépben az A/D kártya által átalakított adatok gyűjtését egy PCLab nevű szoftver [2] is segíti a TestLink file-ok mellett. A vizsgálatok elvégzéséhez szükséges file-ok két alkönyvtárban vannak elhelyezve. Az egyik a TestLink alkönyvtár, amiben a PCLab file-jai, a TestLink file-ok és öt különböző anyagvizsgálati eljárásához tartozó gyakorló és példa file-ok [3] találhatók. Ezek segítségével lehet a vizsgálatok és a rendszer tesztelését elvégezni. A „759” nevű alkönyvtárban vannak a „759 Testware” program file-ok, amiket a konkrét vizsgálatok elvégzésénél használunk.

Egy TestLink rendszerrel felszerelt számítógépes anyagvizsgáló munkahely kiépítés látható az 1. ábrán.



1. TestLink rendszerrel felszerelt MTS anyagvizsgáló munkahely

3. A vizsgálatokhoz rendelkezésre álló programok

A kifejlesztett programokkal a következő vizsgálatok végezhetők el:

- szakítóvizsgálat [4];
- nyomóvizsgálat;
- kisciklusú fárasztóvizsgálat [5];
- fáradásos repedésterjedési vizsgálat [6];
- törési szívósság (K_{IC}) vizsgálata;
- J integrál kritikus értékének (J_{IC}) vizsgálata.

Ez utóbbi programmal jelenleg – sajnos – egyik Tanszék sem rendelkezik.

A vizsgálatok során a bemutatott elektronikus részegységek, a számítógép, egy elektrohidraulikus működésű terhelőkerettel dolgoznak együtt, zárt szabályozó kört alkotva. A berendezés ebben a felépítésben alkalmas gyakorlatilag tetszőleges vizsgáló jel kiadására. Vezérelt változó lehet a terhelő erő, a terhelőkeret hidraulikus dugattyújának útja, és a vizsgált próbatesten mérhető méretváltozás (megnyúlás, repedésszétnyílás stb.). Mindhárom esetben valamilyen elektromos mérőegység (erőmérő cella, induktív utadó, nyúlásmérő) jelét juttatjuk el a szabályozó elektronikához. Lehetőség van ezen mennyiségek mérése után összegyűjtésükre, majd az A/D átalakítás után a számítógépben tetszőleges formában történő tárolásukra. Az alábbiakban ismertetendő gyári szoftverek ezen feladatoknak megfelelnek, de az eddigi vizsgálati tapasztalatok szükségessé tesznek módosításokat, illetve azon vizsgálati eljárások, amikre nincs kész szoftver, új szoftverek megírását igénylik.

A számítógépes rendszerről, a vele elvégezhető vizsgálatokról összességben az alábbi megállapítások tehetők.

A rendszer ASTM előírásokra épül, amelyeket a magyar (elsősorban törésmechanikai) szabványok kidolgozásához is felhasznál-tak, így hazai alkalmazásának ilyen értelmű korlátja nincs.

Vizsgálatssorozatok tervezése, konkrét vizsgálatok előkészítése, elvégzése és kiértékelése térben és időben szétválasztható. Ezt az teszi lehetővé, hogy minden szoftver három részből – előkészítő, vizsgáló és kiértékelő részből – áll.

Az egyes vizsgálatokból – külön fejlesztett és illesztett (saját) szoftverek vagy manuális feldolgozás nélkül – közvetlenül csak annyi információ nyerhető, amennyit a szoftverek kiértékelő részei biztosítanak. Ez, figyelembe véve a szükséges befektetést, valamint azt, hogy információkat veszíthetünk is, esetenként indokolatlanul kevés.

A vizsgálatok szoftveren kívüli előkészítése – próbatestek kimunkálása, befogó készülékek tervezése és gyártása, befogás – alaposabb, körültekintőbb munkát követel mint hagyományos esetben. A szoftveres előkészítés fázisában több alapadat ismerete és megadása szükséges mint számítógépes vezérlés nélküli vizsgálatoknál, s ezen alapadatokat általában nem elégséges kézikönyvekre, korábbi vizsgálatok tapasztalataira alapozni.

A vizsgálatot tervező és/vagy végző szakembernek már az előkészítési fázisban – a szokásosnál pontosabban – meg kell tudnia becsülni a várható eredményeket. Ennek hiányában, illetve pontatlan becslés esetén a vizsgálatokból nyerhető egyes információk elveszhetnek, az eredmények megbízhatósága pedig jelentősen romolhat.

A vizsgálatot végző szakember számára nyújtott dokumentáció, a képernyőn megjelenő információk jól szolgálják a biztonságra való törekvést, általában csökkentik a hibák elkövetésének lehetőségét, egyes esetekben pedig lehetetlenné teszik azt.

4. Szakítóvizsgálat, kisciklusú fárasztóvizsgálat, fáradásos repedés-terjedési sebesség vizsgálat

Az általános áttekintés mellett három vizsgálatról (szoftverről), a szakítóvizsgálatról, a kisciklusú fárasztóvizsgálatról és a repedés-terjedési sebesség vizsgálatról külön-külön is szólunk, alkalmazási tapasztalatainkat külön is összegezzük.

4.1. Szakítóvizsgálat

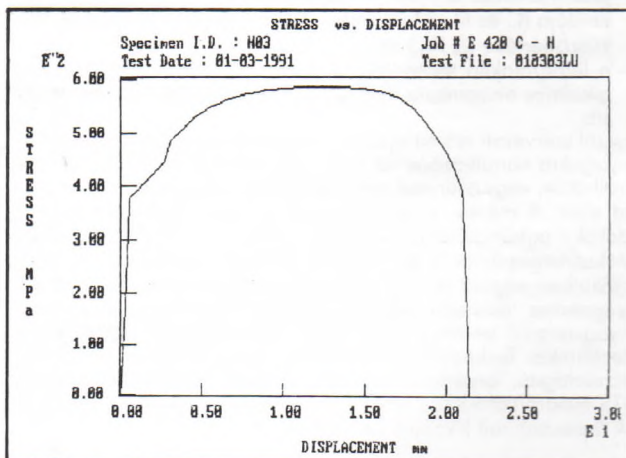
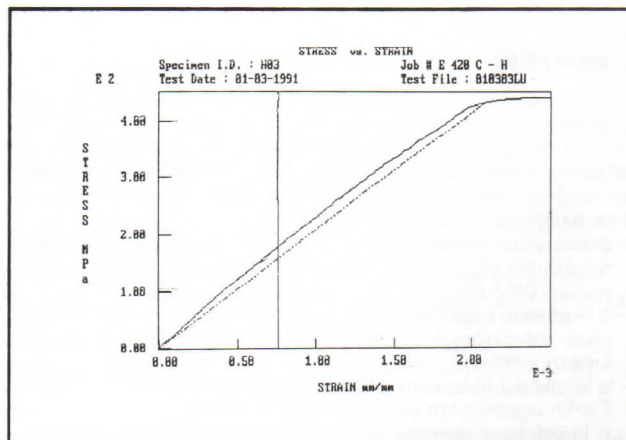
A vizsgálatokhoz csak kör vagy négyzet keresztmetszetű próbatest alkalmazható, s bár ezek a leggyakoribb próbatesttípusok, a korlátozás mégis jelenthet nehézséget (pl.: csövek vizsgálata).

A vizsgálat csak finomnyúlásmérővel véggezhető el, ami a kiértékelhető eredmények szempontjából kedvező, e mérési szakasz lehatárolása, a megállás utáni vezérlésátadás viszont nagy körültekintést igényel, s általában nem szerencsés a felhasználó kezelésnek ilyen megközelítése. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy fájlagos nyúlás szoftveresen csak a finomnyúlásmérő mérési hosszára vonatkoztatva értékelhető ki, ami az esetek többségében nem elegendő és nem korrekt.

A vizsgálatokhoz átmérőmérő nem alkalmazható. Ez nem jelent mást, mint azt, hogy a rendszer segítségével olyan mérőszámok, amelyekhez az átmérőváltozás mérése szükséges közvetlenül nem határozhatók meg. Ennek feloldására – a Miskolci Egyetemen – kifejlesztésre került egy olyan szoftver, amely ármérőmő alkalmazását feltételezve, a mért adatok transzformálása után lehetővé teszi az így elvégzett vizsgálat kiértékelését is.

A finomnyúlásmérési szakasz eredményeinek feldolgozására biztosított technika (ablakozás, figyelembe veendő tartomány változtathatósága) jól szolgálja a rugalmassági modulusz korrekt meghatározását. Ez azért fontos, mert a rugalmassági modulusz a többi vizsgálat oldaláról nézve bemenő adat. Példaként E 420 C jelű anyagon végzett vizsgálat eredményeit mutatjuk be a 2. és 3. ábrán.

2. A rugalmassági modulusz meghatározása az ablakozási technika segítségével



3. Szakítóvizsgálat során regisztrált feszültség-elmozdulás diagram

4.2. Kisciklusú fárasztóvizsgálat

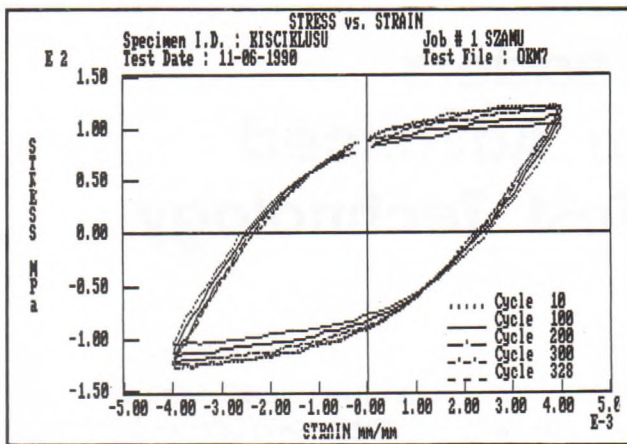
A vizsgálatokat állandó nyúlás- vagy terhelésamplitúdóval lehet végezni, azonban csak hosszirányú finomnyúlásmérőt használhatunk. Ez nagy mérési hosszaknál a próbatestek kihajlását eredményezheti, kis mérési hosszaknál pedig nehezíti a befogadást, továbbá állandó veszélyt jelent az extenzométer számára, ami egyaránt kedvezőtlen.

A kisciklusú fárasztóvizsgálatoknál az a cél, hogy a vizsgálatból a ciklikus anyagtulajdonságokra és a méretezés számára minden lehetséges információ kivehető legyen. Ennek megfelelően a vizsgálat befejezése után az alábbi adatok állnak rendelkezésre:

- a tönkremeneteli kritériumnak megfelelő ciklusszámok;
- az összetartozó feszültség és nyúlásérték 100 ciklusig minden tizedik, 1000 ciklusig minden századik, 10000 ciklusig minden ezredik és a törés előtti tíz ciklusra;
- az egyes ciklusoknak megfelelő maximális és minimális értékek, táblázatos formában, illetve az egy adott ciklusban szorozódó másodpercenként regisztrált feszültség és nyúlás értékek.

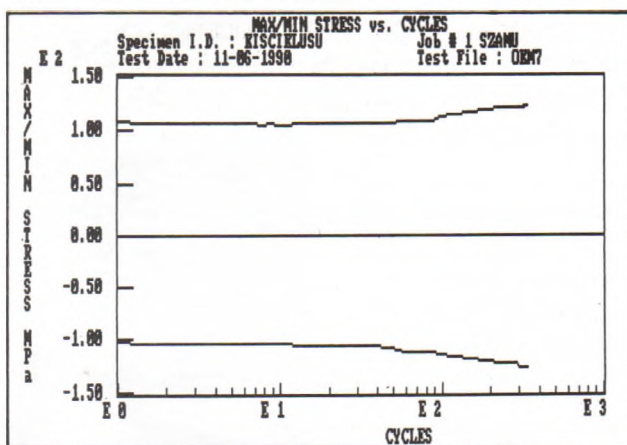
Az értékelés során öt tetszőlegesen kiválasztott és változtatható ciklusra a hiszterézisgörbék, a feszültség-nyúlás, a feszültség-idő, a nyúlás-idő diagramok grafikusán megjeleníthetők.

Példaként AlMg3 jelű anyagon, állandó nyúlásamplitúdóval végzett vizsgálat eredményeit mutatjuk be a 4. és 5. ábrán.



4. Kisciklusú fárasztóvizsgálat során regisztrált tipikus hisztérezis görbesereg

5. A maximális és a minimális feszültségamplitúdó változása az igénybevételi szám függvényében kisciklusú fárasztóvizsgálatnál



4.3. Repedésterjedési sebesség vizsgálat

Az előrepereszti szakasz – amely egyébként a K_{Ic} és a J_{Ic} vizsgálatban is megtalálható – és a repedésterjedési szakasz számára a vizsgálati paramétereket eltérő filozófia szerint kell megadni, előbbi esetben a feszültségintenzitási tényező tartománya, utóbbi esetben pedig a terhelő erő áll a középpontban. A két filozófia között, tekintettel a repedés csúcsa előtt kialakuló képlékeny zónára, célszerű kapcsolatot teremteni, ami nehézség nélkül meg is tehető.

A vizsgálat során a repedéshossz számítása szétnyílásmérés adataiból történik. Ez két gondot vet fel: egyrészt az alkalmazott próbatest, az előírások keretein belül, nem lehet akármilyen, mert csak adott helyeken elhelyezett szétnyílásmérő eredményei dolgozhatók fel; másrészt e módszerhez szükség van a próbatest anyaga rugalmassági modulusának ismeretére. Előbbi újabb mérési helyeken érvényes függvények megalkotásával (paramétereinek regressziós meghatározásával), utóbbi pedig korrekt, lehetőleg mérési eredmény megadásával oldható fel. Egy ilyen függvény konstruálásához szükséges vizsgálatok – adott, állandó méretű mérőlelet feltételezve – már megkezdődtek [7].

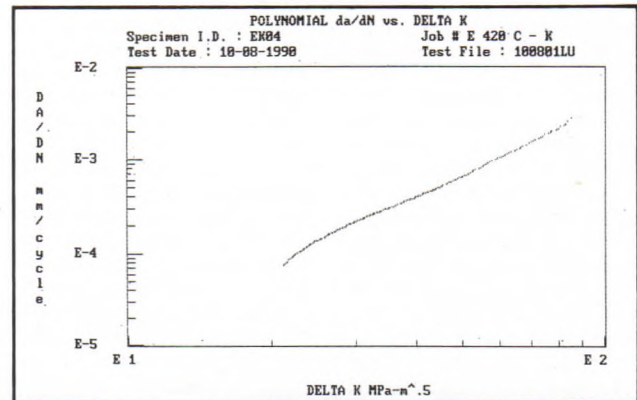
A vizsgálat lefolyása és a vizsgálati idő szempontjából egyaránt kritikus paraméter a vizsgálati frekvencia. Ismerve azt, hogy a vizsgálati frekvencia csak nagyságrendi változás esetén befolyásolja érdemben az eredményeket, a felhasználó reális törekvése lehet a minél nagyobb frekvenciájú vizsgálat. Ezt egyrészt az a tény korlátozza, hogy a szoftver határfrekvenciája 50 Hz, másrészt az alkalmazható maximális frekvenciát próbatestfüggően befolyásolják a villamos rendszer paraméterei. Megoldás lenne a vizsgálati frekvencia menet közbeni változtatása – ami leállással és új vizsgálati fájl szerkesztésével és „futtatásával” megoldható –, ekkor azonban kiértékelési nehézséggel találkozunk magunkat szembe, hiszen egyesített kiértékelés nem valósítható meg. A több adatfájl-ban tárolt mérési eredmények egyesített kiértékelését megvalósító szoftver elkészítése a jövő feladata.

A szoftver a felhasználó szakemberre bízta a tárolásra kerülő mérési pontok – amelyek nem azonosak a gyűjtött mérési pontokkal – közötti intervallum megadását. Ebben érvényesíteni kell a minél több információra való törekvést és a használható információk nyereségének kompromisszumát, mert ennek hiányában értékelhetetlen, a szétnyílásmérés mérési hibáját felelősítő eredményeket kapunk.

A vizsgálat és az eredmények feldolgozásának végeredménye, a fáradásos repedés terjedésének kinetikai diagramja. Ennek közvetlen használhatóságát nehezíti az, hogy leírására semmilyen modell (pl. az általánosan használt Paris-Erdogan modell) alapján sincs lehetőség. Ennek feloldására külön szoftver készült [8], amely egy adatfájl-ban tárolt eredmények Paris-Erdogan modell szerinti feldolgozására már alkalmas.

A feszültségintenzitási tényező tartomány alsó kritikus (küszöb) értékének (ΔK_{th}) – amely a fáradásos repedés-terjedés kinetikai diagramjában levő egyik határérték – meghatározására a szoftver a bemenő adatok átgondolt megadásával és a szolgáltatott eredmények célirányos feldolgozásával alkalmassá tehető. Terheléscsökkentés vizsgálatot feltételezve olyan vizsgálat sorozatot kell végezni – természetesen egy próbatesten –, amely egy előrepereszti és több repedésterjedési szakaszból áll. A vizsgálati eredmény, a repedésterjedési szakaszok kiértékelése, majd egyesítése után meghatározható. Ezt szintén célszerű szoftveresen elvégezni, amihez a szükséges program fejlesztése befejezés előtt áll [9]. Az így lefolytatott vizsgálat repedésterjedési vizsgálat is kiegészíthető, ami egyrészt egyfajta ellenőrzési lehetőség, másrészt így egy próbatestből kétféle eredményre is juthatunk.

Példaként E 420 C jelű anyagon lefolytatott repedésterjedési sebesség vizsgálat eredményét mutatjuk be a 6. ábrán.



6. Repedésterjedési sebesség vizsgálat eredménye hét ponton átmenő polinomos módszerrel kiértékelve

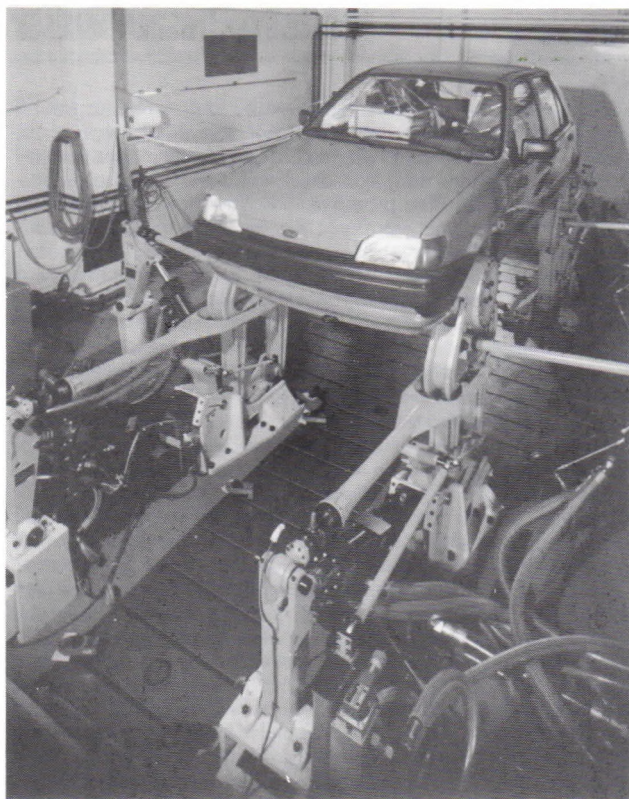
5. Összefoglalás

A számítógépek a mechanikai anyagvizsgálat területén is egyre nagyobb szerepet töltenek be. Ez ma már nemcsak a mérési eredmények kiértékelésére, feldolgozására korlátozódik, hanem előtérbe került a vizsgálatok vezérlése is. Az MTS TestLink rendszere lehetővé teszi több szabványos vizsgálat szoftverrel való előkészítését, lefolytatását és kiértékelését. E szoftverek filozófiája, illetve a vizsgáló berendezés felépítése előrevetíti a fejlődés következő lépését is, a vizsgálatok elvégzését.

911 003 001

Irodalomjegyzék

- [1] TestLink Automated Control System MTS System Co., Minneapolis, Minnesota, 1988. MTS Document Number: 118752-02B.
- [2] PCLAB User Manual SP0141 V03. 01. Data Translation, Inc., Marlboro, MA, 1989. Document UM-08012-B.
- [3] Promotional Software Supplement MTS System Co., Minneapolis, Minnesota, 1988.
- [4] 759.10 Tensile Test MTS System Co., Minneapolis, Minnesota, 1989. MTS Document Number: 115713-02B.
- [5] 759.20 Low Cycle Fatigue Test MTS System Co., Minneapolis, Minnesota, 1989. MTS Document Number: 115721-02B.
- [6] 759.40 Crack Growth Test MTS System Co., Minneapolis, Minnesota, 1988. MTS Document Number: 115725-02B.
- [7] NAGY, GY.-LUKÁCS, J.: A repedésterjedés meghatározásának reprodukálhatósága szétnyílásmérő alkalmazása esetén. Bejelentett és elfogadott előadás: 10th Congress on Material Testing (Budapest, 1991. október 9-11.).
- [8] RÓZSAHEGYI P.: Repedésterjedési sebesség vizsgálat értékelése TDK dolgozat, 1990. Miskolci Egyetem Gépészmérnöki Kar Konzulensek: Lukács J., Major Z.
- [9] LOVÁS, J.-LUKÁCS, J.: A feszültségintenzitási tényező tartomány küszöbértéke meghatározásának néhány problémája. Bejelentett és elfogadott előadás: 10th Congress on Material Testing (Budapest, 1991. október 9-11.).



MTS road simulators render reliable service for major auto and truck manufacturers worldwide: Porsche, Mercedes, AUDI, Renault, FIAT, Opel, GM and Ford, to name but a few

Leaders in Advanced Test Technology

MTS produced its first servo-hydraulic test system more than thirty years ago and has led the way in the development of advanced test technology ever since. In 1972, the US American firm established MTS Systems GmbH in Berlin as its European headquarters, and the dynamic development the company has taken since then underlines the international significance of MTS products.

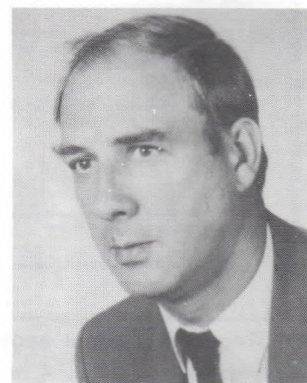
Originally formed as MTS Division of Research, Inc. to market electrohydraulic test systems, MTS Systems Corporation has emerged as one of the world's leading specialists in the fields of materials testing and environmental simulation testing. With corporate headquarters in Minnesota covering a total area of 240 000 sq.ft., the 24 000 sq.ft. plant in Berlin as a base on the significant European market, and subsidiaries in various

poised to even enhance its impact on world markets.

MTS Systems GmbH supports the firm's endeavours to maintain its position as the world's leading producer of complex test systems: having experienced dynamic growth over the last few years, the Berlin-based enterprise expects to actually double its turnover volume by 1993/4 through future growth in sales, profitability and market shares. These expectations may seem rather steep at

lopment, and the continuing commitment to meeting the changing needs of customers in existing and new materials testing applications.

Due to the worldwide character of the MTS business, service and support for MTS systems is always at hand. MTS testing systems render reliable service in the world's leading laboratories, universities and companies and have earned a reputation for quality, reliability, repeatability and technical excellence. De-



**Dipl.-Ing. Dieter W. Haase,
General Sales Manager**



**MTS
Systems
GmbH in
Berlin,
European
Headquarters
of MTS
Systems
Corporation**

that MTS is well-prepared to respond to the changing conditions and driving forces in the testing equipment market. As an excellent example of advanced MTS engineering, the MTS 810 ranks as the most widely used dynamic material test system in the world, suitable for the widest variety of force ranges, and capable of testing materials as small as a human hair or as large as the biggest steel beams and civil engineering structures. With its open architecture, the system offers reconfigurability as well as accurate, repeatable, reliable test results which permit accurate predictions on material performance. What is more, MTS automated systems can easily be integrated into networked automation systems.

European countries as well as Japan and various other countries with more than 1500 employees, MTS Systems Corporation is well-established in national and international business and

at first glance, yet as General Sales Manager Dipl.-Ing. Dieter W. Haase proceeded to explain, they are founded on the company's achievements so far, substantial investments in product deve-

lopments such as test systems for the hot zone of ceramic materials, high-temperature/high-vacuum systems, or test systems for bend studies on ceramic and composite specimens prove

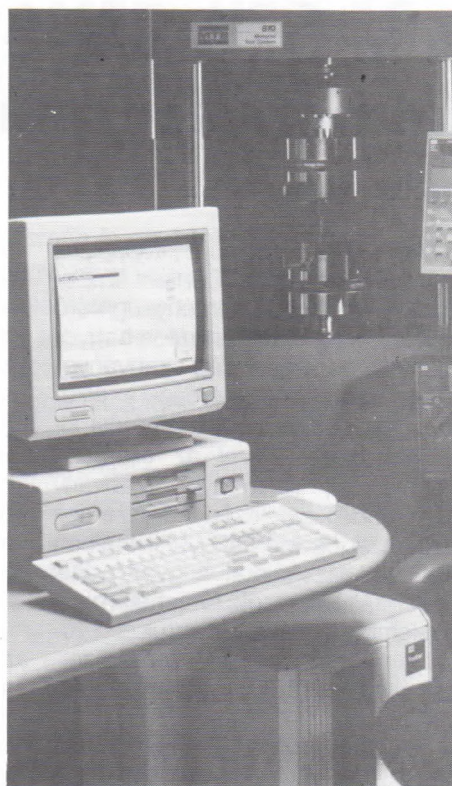
An optional board is available for labs needing data acquisition on a large number of channels: the TestLink system is the most economic way of taking data on systems where data sampling is required on multiple channels. The latest development is the real digital controlled system „TESTSTAR“.

MTS is also a leading supplier of simulation systems and software as industrystandard tools for accelerating the durability testing of new vehicles. Road simulation is indispensable in today's highly competitive automotive manufacturing environment: in view of increasing pressures to decrease the time and cost of new car development and improve quality, MTS offers road simulators which substantially reduce durability testing time and increase the quality and accuracy of data provided. The range includes tyre-coupled test systems, multi-axial systems for a variety of force inputs, simulation test systems for large vehicles, multi-axial simulation tables, driveline simulation test-

ing systems, and tools for testing tyres and elastomers. Apart from the proven quality and accuracy of these test systems, clients particularly appreciate the company's flexibility in adapting to individual requirements: MTS experts are on call, worldwide, to discuss customers' particular and unique simulation testing needs.

In view of the increasing liberalisation in Eastern Europe, MTS Systems GmbH is confronted with a situation which is characterised by an enormous need for advanced testing technology. „An increasing number of companies in Eastern Europe realise that reliable testing equipment is the prerequisite for the manufacture of products which meet internationally valid quality standards“, says General Sales Manager Mr. Haase. MTS supports endeavours to make production more competitive and offers its experience, developments and technology to industrial partners worldwide.

the TestStar system is the most affordable way of taking data on systems where data sampling is required on multiple channels



MTS Headquarter Minneapolis/Minnesota USA



A MICRODUR-2 hordozható keménységmérő

Petik Ferenc*

A MICRODUR-2 egy új eljárással, az UCI-vel (Ultrasonic Contact Impedance) működő keménységmérő műszer, tehát nem tartozik a hagyományos, nemzetközileg szabványosított, mértékadó mérésekre alkalmas fémipari keménységmérési eljárások közé. Mivel az eljárásról nemzetközi, ill. magyar szabvány nem rendelkezik, ezért a műszernek az Országos Mérésügyi Hivatalban elvégzett vizsgálatát a gyártó által specifikált jellemzők, tűréshatárok figyelembevételével végeztük el. E rövid ismertetőben a műszerről szerzett általános tapasztalataimat foglalom össze.

A műszer hordozható kivitelű. Két fő részből áll. Az egyik a markolattal ellátott mérőszonda, a másik a kiretélkezőegység. A henger alakú mérőszonda egyik végén van elhelyezve a gyémánt behatolótest, amely a Vickers gyémántok geometriáját követi. A kiértékelőegység előlapján vannak a kezelógombok és a digitális kijelző. A mérés úgy történik, hogy a szondát kézzel merőlegesen rányomjuk a vizsgálandó felületre. A vizsgálmérő megfelelő értékét a szonda elhelyezett rugó biztosítja. A behatolótest nagyfrekvenciás rezgést végez. Az anyagba történő benyomódás a frekvencia megváltozását okozza. Ez a változás függ a benyomódás mélységétől, vagyis az anyag keménységétől. Ezen alapul a mérés. A kijelzőn azonnal megjelenik a mért érték. Tetszés szerint megválasztható, hogy melyik keménységi skála egységében kérjük az eredményt. A választható skálák:

Vickers, Rockwell A,B,C,F és Brinell

A gyártó nem közölte, hogy az egyes skálákat milyen formula alapján számítja át egymásba. Valószínűsíthetően nem anyagfüggő formulát, vagy formulákat használt. Márpedig közismert az átszámítási képletek, táblázatok anyagfüggősége, tehát az, hogy megadott korlátok között

helyes átszámítás is csak megadott anyagminőségre vonatkozik. A berendezéshez állvány is használható, melynek segítségével a kéz remegéséből adódó esetleges hibák kiküszöbölhetők.

A vizsgálat során a MICRODUR-2-vel megmértük több – az OMH etalon keménységmérő gépén előzőleg bevizsgált – keménység összehasonlító lap keménységét. 37 sorozatot mértünk; egy sorozat 5, 10, vagy 20 pontból állt. A legszembetűnőbb eredmény az volt, hogy a 37 sorozatból mindössze 6 sorozatnak volt a szórássterjedelme a DIN 51305 által megengedett értéken belül, ami 400 HV alatt 2%, afölött pedig 3%. A gyártó szerint pedig a MICRODUR-2 kielégíti a DIN 51305 szabvány előírásait. 10.5% volt a legnagyobb szórássterjedelem, amit egy sorozaton belül tapasztaltunk, vagyis a műszer jóval elmarad a hagyományos gépek pontossága mögött. Ennek ismeretében a MICRODUR-2 által mutatott keménységi értékek eltérését a lapok valódi keménység-

gétől nem is értékeltük (helyességi vizsgálat). Ennek az az oka, hogy egy sorozat átlaga helyes értéket adhat akkor is, ha a szórássterjedelme esetleg többszöröse a megengedett értéknek, és ilyen esetben az átlag megtévesztő lehet.

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a MICRODUR-2 nem tartozik a szabványosított Vickers eljárások sorába, ugyanis a Vickers eljárás a lenyomat átlóinak hosszából származtatja a keménységi értéket. A MICRODUR-2 esetében pedig szó sincs hossz-mérésről. Itt egy teljesen új elvet vezettek be, melynek eredményét a gép valamilyen algoritmus alapján átszámítja az eddigi hagyományos skálák egységébe.

A MICRODUR-2 nagyon gyors mérést tesz lehetővé, könnyen és jól kezelhető. Memóriája több száz mérési eredmény tárolására képes. Könnyű mozgathatósága miatt elsősorban a laboratóriumban el nem végezhető vizsgálatoknál alkalmazható, de az említett nagy szórás, valamint a nagy szórás miatt nem vizsgált és így nem ismert helyességi eltérések miatt csak tájékoztató jellegű mérésekre.

911 008 002

Információink szerint a MICRODUR-2 készülékből hazánkban közel húsz darab üzemel. Felkérjük a kollégákat üzemi tapasztalataikat írják meg.

Szerkesztőség

Kedvező áron, rövid határidővel vállaljuk:

- alumínium alapú anyagok, acélok és vasöntvények roncsolásos és mechanikai vizsgálatait,
- egyedi és tömegszerűen végzett roncsolásmentes vizsgálatokat mágneses vagy röntgen vizsgálatokkal,
- alkatrészek geometriai méret ellenőrzését, egyedi és tömegszerű méréseket
- geometriai mérő és méret ellenőrző eszközök vizsgálatát, kalibrálását, szükség szerinti javítását.
- gumi anyagok olajállósági öregedési és hidegállósági vizsgálatait.

Együttműködünk az ISO 9000-9004 szerinti minőségbiztosítási rendszerük kialakításában és a rendszer dokumentációjának kidolgozásában.



Felvilágosítást ad:

Pfenning Antal 161-2207

Kismotor- és Gépgyár Bp. XI., Fehérvári út 44.

*Országos Mérésügyi Hivatal

TAPASZTALATOK A KRAUTKRÄMER USD 10 ULTRAHANGOS VIZSGÁLÓKÉSZÜLÉKKEL

Fücsök Ferenc*

Bevezetés

A mikroprocesszor vezérlésű ultrahangos vizsgálókészülékek nemcsak gyorsabb és eredményesebb vizsgálatokat tesznek lehetővé, hanem új lehetőségeket is adnak a vizsgálótechnikának. Már olyan hordozható kézi vizsgálóberendezések is kaphatóak, melyek számítógép vezérlésével automatikus vizsgálatokat is elvégeznek, melyeket eddig csak komplikált és drága gépek tudtak végrehajtani. Ebben a cikkben egy USD 10 ultrahangos vizsgálókészülékkel és egy IBM PC-vel szerzett tapasztalatokról számolunk be.

A vizsgált lehetőségek

Az USD 10 és egy PC XT/AT együttműködését olyan kombinált feladatok vizsgálatával végeztük, melyek számítógép alkalmazásával gyorsabban és pontosabban oldhatók meg mint kézi módszerrel. Önkényesen két feladat megoldását választottuk ki: a dinamikus visszhangmagasság görbe (DVG) rajzolását és az elnyelési tényező mérését. Mindkét feladat megoldásánál a következő szempontok szerint vizsgáltuk az ultrahangos vizsgálókészülék tulajdonságait:

- a mérés megbízhatósága
- a mérés sebessége
- a programozható funkciók
- a kézi működtetések szükségessége
- a könnyű programozhatóság
- a gépkönyv információinak pontossága.

A vizsgálatához szükséges mérési összeállítás nem tartalmazott különleges elemeket. A vizsgált USD 10 ultrahangos vizsgálókészüléken kívül egy IBM PC számítógép RS 232 C soros adatátviteli csatornával és a kettőt összekötő kábel alkotta a kísérleti berendezést.

Mindkét feladat megoldásánál kellemes tapasztalatokat szereztünk. A mérés sebessége messze felülmúlta várakozásunkat. A DVG rajzolásánál egy pont meghatározásához kevesebb mint egy másodperc kellett, beleértve az adatátvitelt is. A vizsgálóegység megbízhatósági vizsgálatánál 100 mérés végrehajtásához 47, az elnyelési tényező méréséhez és értékeléséhez átlagosan 36 s idő volt szükséges. Az USD 10 vizsgálókészülék minden funkciója vezérelhető számítógépről, ezért mérés közben kézi működtetésre nem volt szükség. A funkciók az

RS 232 C csatornán át egyértelműen elérhetőek, így a programozás egyszerű. Sajnos a gépkönyvben a programozásról szóló rész rövid, a könyv többi részéhez képest túlzottan tömör, és néhány értelemzavaró nyomda-hibát is tartalmaz.

A mérések megbízhatóságát az ultrahangos vizsgálóegység döntően befolyásolja. Ezért az USD 10 megbízhatóságát külön vizsgáltuk. A vizsgálatához a képernyő 1/5–5/5 szintjeihez jelmaximumot állítottunk, úgy, hogy egy merőleges besugárzású vizsgálófejet egy 0,5 kg tömeggel rögzítettük a V1 etalonon. Az így kapott jel magasságát a képernyőmagasság 20, 40...99%-ában az ultrahangos vizsgálókészülék kérésre a számítógépnek szolgáltatja. Ezeket az értékeket egymás után 100-szor mértük és statisztikai módszerekkel értékeltük. Az 1. sz. táblázatban a különböző képernyőszintekhez tartozó átlagos képernyőmagasságot és a relatív szórást mutatjuk be.

Szint	Átlag	Relatív szórás
5/5	98,85	0,22 %
4/5	80,24	0,61 %
3/5	61,26	0,59 %
2/5	40,73	0,54 %
1/5	19,92	0,76 %

1. Az USD 10 megbízhatósági jellemzői

Több ultrahangos vizsgálókészüléket volt alkalmunk kipróbálni, és egy kivételével hasonló eredményeket mértünk. A legrosszabb készülék 1/5 skálamagasságánál 2,06% relatív szórást találtunk.

A hangelnyelési tényező mérése

A hangelnyelési tényező mérésére és számítására egy programot fejlesztettünk, amely a következő képlettel számolt: [1]

$$\beta = \frac{1}{2d} (S_E - S_A) \quad \text{dB/m}$$

ahol:

- d a vizsgált anyag vastagsága
- S_E két egymást követő visszhang amplitúdó viszonya, dB-ben mérve
- S_A a hangsugár széttartása a távolságban
- $S = 0$, ha a mért anyagvastagság kevesebb mint a közeltér fele

* Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola, -Budapest

Száz mérést tartalmazó mérési sorozatok után a program statisztikai jellemzőket is értékel. Főleg az átlag és a relatív szórás változásait kísértük figyelemmel.

A relatív szórás csökkentésére a három csúcs módszert alkalmaztuk. A hangelnyelési tényező méréséhez, mint az a képletből látszik, elegendő két egymást követő visszhang jelmagasságának mérése. A mérési pontosság növelése érdekében nem használtuk fel azt az adatot ahol az első és második visszhangmagasság különbsége két decibellel eltért a második és harmadik visszhangmagasság különbségétől.

A hangelnyelési tényező mérésének tapasztalatai

Tapasztaltuk azt az ismert tény, hogy az elnyelési tényező egy munkadarabon belül is nagyon változik. Különösen igaz ez a köztudomásúan inhomogén ausztenites acélokban. A **2. táblázat**ban egy X 10 CrNiNb 18 9 (DIN 17440) ausztenites acél hangelnyelési tényezőjének értékeit mutatja a lemez felületére merőlegesen, a hengerek irányra keresztben és hosszirányban mérve. A relatív szórás viszonylag kis értékeket mutat, mert a 100 mérés közben a longitudinális hullámokat kibocsátó fej egy súlyterheléssel állandó helyen volt rögzítve.

Irány	A hangelnyelési tényező átl. [dB/m]			Relatív szórás [%]		
	2MHz	4MHz	6MHz	2MHz	4MHz	6MHz
Merőleges	23,8	36,3	60,1	5,21	2,77	2,79
Kereszt-irányú	11,4	29,9	40,5	3,22	2,72	2,0
Hossz-irányú	7,9	16,7	30,9	8,56	2,64	1,38

2. A longitudinális hullámok hangelnyelési tényezője és relatív szórása egy X 10 CrNiNb 18 9 (DIN 17440) ausztenites acélban a hangfrekvencia és a terjedési irány függvényében

Az acél hangelnyelési tényezőjét 10 MHz frekvenciával is próbáltuk mérni, de a második visszhangjel már nem emelkedett ki a szemcsejelek közül.

A **3. táblázat** egy 17 Mn 4 (DIN 17155) jelű szénacél hangelnyelési tényezőjét mutatja a frekvencia és a hang terjedési irányának függvényében. Az értékek természetesen lényegesen kisebbek, de a relatív szórás hozzávetőlegesen azonos az ausztenites acéléval. Ezt az azonos mérési módszer magyarázza.

	A hangelnyelési tényező átl. [dB/m]				Relatív szórás [%]			
	Hangfrekvencia MHz-ben							
	2	4	6	10	2	4	6	10
Merőleges	8	17	21	25	4,97	1,81	2,19	3,84
Keresztir.	5	12	17	22	3,06	3,07	3,14	2,97
Hosszir.	2	3	6	14	8,64	4,30	3,13	4,51

3. A longitudinális hullámok hangelnyelési tényezője és relatív szórása egy 17 Mn 4 (DIN 17155) szénacélban a hangfrekvencia és a terjedési irány függvényében

A **4. táblázat** ugyanannak a szénacélnak az adatait mutatja. A kissé eltérő hangelnyelési tényező és a lényegesen nagyobb relatív szórás értékeit az okozta, hogy minden öt mérés után mozgattuk az adófejet, és így az egész rendelkezésre álló felületen végeztünk méréseket.

	A hangelnyelési tényező átl. [dB/m]				Relatív szórás [%]			
	Hangfrekvencia MHz-ben							
	2	4	6	10	2	4	6	10
Merőleges	6	14	21	28	36,95	25,52	14,56	16,70
Keresztir.	4	10	15	23	40,33	16,08	16,15	23,37
Hosszir.	*	4	7	12	*	17,96	7,82	9,93

* A zavaró jelek miatt a mérés értékelhetetlen volt

4. A longitudinális hullámok hangelnyelési tényezője és relatív szórása egy 17 Mn 4 (DIN 17155) szénacélban a hangfrekvencia és a terjedési irány függvényében, mozgatott fejjel mérve

Következtetések

Jellemző eltérés mutatható ki egy anyagban a hangelnyelési tényező értékében, amennyiben azt a besugárzási irány függvényében vizsgáljuk. Ha van egy pontos vizsgálóberendezésünk, mint például az USD 10, akkor roncsolásmentes módszerrel tudjuk utólag is ellenőrizni a munkadarabok vagy próbatestek anyagának hengerek irányát.

A 4. táblázatban látható nagymértékű irányfüggés és nagy relatív szórás véleményünk szerint arra figyelmeztet, hogy a hangelnyelési tényező mérését nagy gonddal kell végezni, mert a különböző irányban meghatározott értékek más sugárzási irányokban már közelítőleg sem igazak. Így, ha bármilyen ultrahangos mérést végzünk, amiben a hangelnyelési tényezőnek is szerepe van ezt az adatot irányfüggően kellene figyelembe venni.

Köszönetnyilvánítás

Kérem, hogy a WILHELM Kft. és az ERŐKAR Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Laboratóriuma fogadja köszönetemet, hogy kölcsönzéseikkel lehetővé tették méréseim elvégzését. Külön köszönet illeti Patakfalvi Edét, hogy hideg téli estéken éjszakába nyúlóan volt türelme velem együtt nézni a számítógépen végtelen sorokban futó mérési eredményeket.

911 009 003

Hivatkozás

[1] J. H. KRAUTKRÄMER: Ultrasonic Testing of Materials. Second Edition Springer 1977. p. 588.

Forgalmazunk illetve gyártunk anyagvizsgáló és diagnosztikai műszereket. Kezelői betanítással, magyar nyelvű gépkönyvvel. Kívánságára az Ön telephelyén adjuk át a berendezéseket. Későbbiekben is biztosítjuk a tartozékok utánpótlását. Sok műszert raktáron is tartunk, ezek közül jelenleg a következőket tudjuk azonnal átadni:

Ultrahangos vizsgálókészülékek: (Krautkrämer gyártmány)

DME digitális kijelzésű falvastagságmérő, csövek, tartályok, lemezek vastagságának mérésére, DA 301 mérőfejjel és kábellel	350.000,- Ft + ÁFA
DME/DL digitális kijelzésű falvastagságmérő, helyszínen felvett 3000 mérési adat tárolására alkalmas. DA 301 mérőfejjel és kábellel	450.000,- Ft + ÁFA
Microdur-2 digitális kijelzésű mikrokeménységmérő, terhelőerő 5 N, lenyomat: 5–8 μ m, mérés HB, HV, HRC szerint, 3000 mérési adatot tárol	1.200.000,- Ft + ÁFA
USK 7S vizsgálókészülék rudak, bugák, tengelyek, hegesztési varratok vizsgálatára alapkészülék	850.000,- Ft + ÁFA
UH1 hitelesítő etalon	20.700,- Ft + ÁFA
UH2 hitelesítő etalon (szögfejekhez)	10.925,- Ft + ÁFA
UH3 lépcsős etalon (nagy)	5.980,- Ft + ÁFA
UH4 lépcsős etalon (kicsi)	4.830,- Ft + ÁFA
Rockwell keménységösszehasonlító lap OMH hitelesítéssel HRC 60 alatti érték	5.865,- Ft + ÁFA
HRC 60 feletti érték	6.555,- Ft + ÁFA
Etalon örvényáramos vizsgálatokhoz	2.100,- Ft + ÁFA

Egyéb anyagvizsgáló műszerek:

MHK-4 örvényáramos repedésvizsgáló készülék (TESTOR gyártmány), felületi repedések kimutatására (festett réteg alatt is) Alapkészülék	48.300,- Ft + ÁFA
Mérőszondák: FE, NFE, AUST típusok	6.980,- Ft + ÁFA
ZORN -féle keménységmérő	6.000,- Ft + ÁFA
Universal UHM keménységmérő	78.000,- Ft + ÁFA

Infravörös távhőmérsékletmérők:

COMET - 1000 mérési tartomány: +600...+3000 °C	400.000,- Ft + ÁFA
COMET - 8000 mérési tartomány: -50...+1000 °C	400.000,- Ft + ÁFA

Egyéb műszerek:

SPM TAC-10 fordulatszám-mérő digitális kijelzéssel (kerületi sebességmérő, fordulatszám mérésére érintés nélkül és érintésses módszerrel)	90.000,- Ft + ÁFA
SPM EMC-11 motorvizsgáló villamos motorok és más háromfázisú berendezések ellenőrzéséhez	124.000,- Ft + ÁFA
Mitutoyo Surftest 211 felületi érdességmérő (digitális kijelzés)	201.000,- Ft + ÁFA

Több tétel megrendelése illetve készpénz fizetés esetén árengedményt adunk. Várjuk szíves megrendelésüket!

Új készülék az anyagvizsgálók eszköztárában – a hordozható röntgenfluoreszcens analízátor

Lukovits László*

Egészen a legutóbbi időkig az ötvöztött acélok és az azokból készült berendezések tájékoztató anyagösszetétel meghatározására egyetlen eszköz: a spektroszkóp állt rendelkezésre. A spektroszkópos vizsgálat nehézségei közismertek: nagy tapasztalatot igényel, fárasztó, a legtöbb vizsgálat csak néhány ötvözt ismer fel, a vizsgálat kvalitatív jellegű. A vizsgálat során nem keletkezik olyan bizonyító értékű dokumentum mint pl. egy röntgenfilm, mely egyértelműen bizonyítaná a vizsgálat tényét illetve eredményét. Az anyagvizsgáló lelkiismeretességétől függ a jegyzőkönyv értéke. A gyakorlatban eddig több súlyos anyagcsere fordult elő, és sokszor csak a véletlen múlt, hogy nem történt baleset.

Alapvető változást hozott ezen a területen a hordozható röntgenfluoreszcens analízátorok megjelenése. Ezek konstrukciótól függően 10–20–80 elem kvantitatív analízisére, sőt több száz ötvözt felismerésére alkalmasak. A készülékek kezelése egyszerű, rövid betanulás után bárki használhatja őket. A korszerűbb készülékek alkalmasak kb. 100 mérés eredményeinek, adatainak tárolására, nyomtatóhoz vagy PC-hez csatlakoztathatók.

A készülék méretei a kezdeti szobanagyságúról mára aktatászkányira zsugorodtak. Ehhez a műszer három kulcselemét: a sugárforrást, a detektort és a sokcsatornás analízátort kellett miniaturizálni.

A sugárforrás a korábban használt röntgenkészülék helyett egy vagy több radioaktív izotóp. A leggyakrabban használt izotópok adatai a következők:

Izotóp	Felezési idő	Gerjesztési energia
Fe-55	2,6 év	5,89–6,49 keV
Cd-109	1,3 év	22,16–24,94 keV
		88,1 keV (gamma)
Cm-244	17,8 év	14–21 keV
Am-241	433 év	14–21 keV
		59,5 keV (gamma)

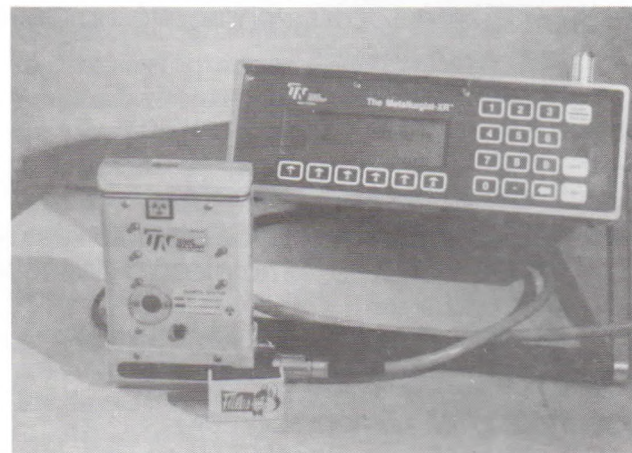
A felsorolt izotópok K befogással illetve gamma foton emisszióval alakulnak át. A K befogás során az instabil mag befog a héjszerkezet egyik, általában a legbelső K héjáról egy elektront. Például az Fe-55-ös izotóp magjának egyik protonja a befogott elektronnal neutronná alakul és a tömegszám változatlanul maradása mellett (az Fe-55 átalakul Mn-55-re) a rendszám 26-ról 25-re változik. Az elektronebefogást követően a magból nem lép ki részecske, de a héjban levő elektronhiány megszűnésekor a héjból karakterisztikus röntgensugárzás emittálódik.

A sugárforrások zárt kivitelűek, a szokásos aktivitások 180–1700 MBq. Az alacsony energiák és a kis aktivitások miatt, a biztonsági előírások betartása esetén, a kezelőt és környezetét nem éri sugárzás. Ugyancsak a kis energiák miatt a mintának csak mintegy 8–10 µm-es felületi rétege kerül vizsgálatra. A leggyakrabban használt Fe-55/Cd-109 izotóppárosítás esetén mintegy három évenként szükséges a sugárforrásokat

cserélni. A fotonok detektálására korábban használt proporciós számlálók felbontóképessége rossz volt, a kiváló felbontóképességű (200 eV) félvezető detektorok viszont folyékony nitrogén hűtést igényeltek. A detektorok tökéletesítésével sikerült egyrészt a proporciós számlálók felbontóképességét kb. 800 eV-ra javítani, másrészt olyan félvezető higanyjodid detektorokat előállítani, melyeknél a felbontóképesség kis mértékű romlása mellett (300 eV) a hűtést csak egy Peltier elem biztosítja.

A harmadik kulcselem a sokcsatornás analízátor. A mikroprocesszoros technológia lehetővé tette, hogy például a Texas Nuclear 9277-es berendezésébe (melyet Európában a Ramsey Eng.* forgalmaz) egy 2000 csatornás analízátort építsenek.

A műszer egy aktatáska nagyságú központi egységből és a vizsgálófejből áll. (1., 2. ábrák) A vizsgálófej tartalmazza a két sugárforrást, a detektort, a sugárforrásokat mozgató motort és hajtást, valamint a detektort hűtő egységet.



1. A Texas Nuclear 9277 hordozható berendezés

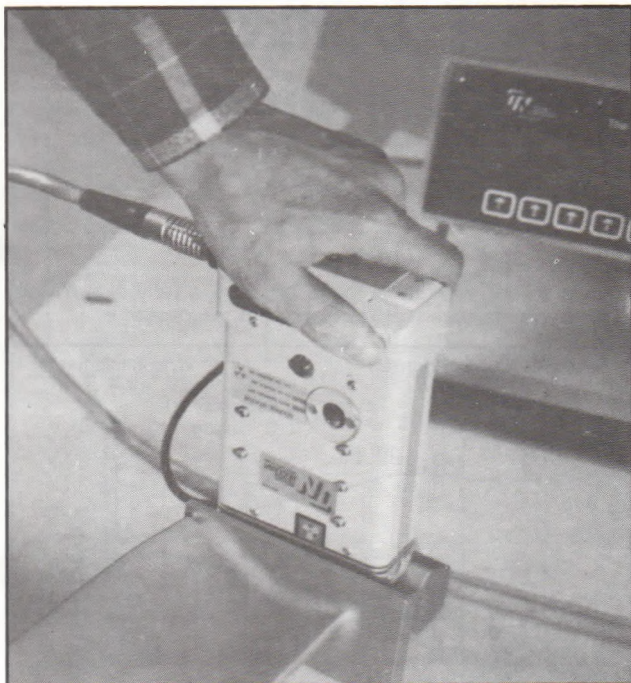
A központi egység tartalmazza a 6–8 óra üzemeltetést biztosító akkumulátorokat, a számító egységet, a folyadékkristályos képernyőt és a fólia tasztatúrát. A vizsgálófej tömege kb. 1,1 kg, a központi egységé 6,7 kg.

A vizsgálatához a készüléket menürendszer segítségével lehet programozni. Így például kiválasztható a kívánt mérési pontosság és az ahhoz tartozó besugárzási idő mindkét izotópra. Átlagos mérési pontosság eléréséhez a mérési idő, új sugárforrás esetén, 10–30 s.

A mérés során a készülék felveszi a besugárzott minta spektrumát és összehasonlítja a memóriába beírtakkal. A Texas Nuclear 9277-es készülék 21 elem kvantitatív meghatározására alkalmas. Ezek a következők: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Zr, Nb, Mo, Ag, Sn, Hg, Ta, W, Au, Pb, Bi.

A Ti-nál könnyebb elemek (például S, Si, Al, Mg, C, B) kvantitatív analízise ma még nem megoldott megnyugtatóan, ugyanis ezeknek az elemeknek gerjesztésekor keletkező kis energiájú fotonok a levegőben elnyelődnek.

*Erőmű Beruházási Vállalat



2. A Texas Nuclear 9277 berendezés vizsgálófeje mérési helyzetben

Az analízis pontossága a mérési időn túl, függvénye az ötvözet típusának is. Példaként megadjuk néhány elemre a várható általános mérési pontosságot különböző ötvözet típusokban:

Ötvöző-elem	Rozsdamentes vasötvözetek	Ötvöztelen acélok	Alumínium-ötvözetek
Ti	0,03%	0,01%	0,02%
Cr	0,35%	0,07%	0,02%
Mn	0,20%	0,15%	0,10%
Co	0,25%	0,20%	0,02%
Ni	0,45%	0,30%	0,04%
Nb	0,01%	0,01%	0,002%
Mo	0,02%	0,01%	0,002%

A mérési pontosság a feladat jellegétől függően növelhető, vagy csökkenthető. A pontosság növelésével a mérési idő négyzetesen nő és természetesen ugyanígy kis pontosságú méréseknél rohamosan csökken. A készülék a felsorolt 21 elemen kívül egyéb elemek kvalitatív analízisére is alkalmas, ilyenkor ismert összetételű etalon spektrumát hasonlítja össze a vizsgált mintáéval.

Annak érdekében, hogy az anyagazonosítás kényelmesebb és gyorsabb legyen, a gyártók a különféle műszerek ROM-jába többszáz különböző ötvözet nevét és ötvözőinek „től-ig” határait töltötték. Ha tehát egy minta összetétele a tűréshatárokon belül van a műszer megadja a kémiai összetételén túl az anyag jelét is. A 3. ábrán egy, az erőművek főgőzvezetékeinél használatos megszilárd acél kinyomtatott vizsgálati eredményei láthatók. Ha a minta összetétele nem felel meg pontosan valamelyik ötvözetnek, figyelmeztetés jelenik meg a képernyőn. A ROM-ba töltött jellegzetes ötvözetcsoporthoz lehetnek például: Al-ötvözetek, ötvöztelen és gyengén ötvözött acélok, rozsdamentes acélok, acélöntvények, Ni-bázisú ötvözetek, szerszámacélok, Co-ötvözetek, Cu-ötvözetek, bronzok, sárgarezek, aranyötvözetek és tiszta fémek.

A készülék használójának lehetősége van a ROM-ba írt ötvözeteken túl saját ötvözeit is gyakorlatilag percek alatt betölte-

Model No. TN 9277
DATE 4/8/91
TIME 7:26:22
Precision Fe:1.00 Cd:1.00
MODE: UNIVERSAL
Matched:

CRMO-P22
10_CRMO_910

COMPOSITION: (3)

	pcent	std dev
Cr:	2.28	0.155
Fe:	95.52	0.636
Ni:	0.74	0.255
Nb:	0.03	0.012
Mo:	1.03	0.039

3. Példa a kinyomtatott vizsgálati eredményre

4. A KO33 acél röntgenspektruma Cd-109 gerjesztéssel



ni. Ehhez csak az ötvözők „től-ig” határait kell ismerni. További hasznos lehetőség az anyagazonosítás kijelölt etalon alapján. Ennek során a vizsgált darabok spektrumát a készülék egy ismert összetételű vagy megfelelőnek minősített darabéval hasonlítja össze. Ilyenkor nincs szükség a minta elemenkénti „nem felel meg” szöveg jelenik meg. Gyakori eset, hogy a megfelelő és nem megfelelő darabok között egyetlen ötvöző jelenléte a különbség. Ez például a KO 33 és a KO 36Ti esetében a kis mennyiségű titán. Ennek kimutatásához elegendő a minta néhány másodperces besugárzása az Fe-55-ös izotóppal.

Etalonként felhasználhatók az Analytical Reference Materials International Inc. által hitelesített anyagminták. Az előzők szerint TN 9277 tartalmaz egy komplett sokcsatornás (2000) analízátort is. Itt ugyancsak menürendszerű programozással a vizsgált minták spektruma tovább elemezhető. A 4. ábrán egy KD 33-as acél Cd-109-es forrással felvett spektruma látható. A spektrum baloldalán a Cr, Fe és Ni fluoreszcencia csúcsok, jobboldalt a Mo fluoreszcencia és Cd-109 visszaszórás csúcsok, középen pedig a belső referencia etalon (Sr) csúcsa láthatók. Tapasztalataink szerint a készülék sokoldalúan használható üzemi, szerelési körülmények között is. Mivel méretei és súlya kicsik, hálózati feszültséget nem igényel ideálisan használható például olajipari, vegyipari, energiaipari rendszerek szerelése, annak csupán fémtisztának kell lennie. A műszer az analízált darab geometriájára nem érzékeny, egyszerű tartozékokkal keskeny hegesztési varratok, vékony huzalok, golyók és más kis méretű alkatrészek is vizsgálhatók.

A készülék honosítása megtörtént, üzemeltetési és szállítási engedélyeik a hazai és méginkább a nyugati gyakorlatban biztosíthatók.

911 012 004

*A Ramsey Engineering európai központjának címe: Utrechtseweg 15 3811 NA Amersfoort, Holland

Száloptika alkalmazása az optikai feszültségvizsgálat rétegbevonatos eljárásánál

Dr. Borbás Lajos*; Dr. Thamm Frigyes**

1. Bevezetés

Az optikai feszültségvizsgálat mérési eljárása az utóbbi években jelentős fejlődésen ment keresztül. Elsősorban a valóságos szerkezeti elemek vizsgálatára közvetlenül alkalmas felszíni rétegbevonatos technika előretöréséről beszélhetünk. Ez a módszer közvetlenül, modellezés nélkül alkalmas a tényleges beépítési körülmények között kialakuló felszíni nyúlás (és feszültség) viszonyok tisztázására.

A kiértékelési metodika fejlődésével az eredmények korrekt értékelésére nyílik lehetőség bonyolult, görbült felszínek esetén is. [1]. Mindezek ismeretében igényként jelentkezett a hagyományos (egyszerű) polarizskóp használata mellett olyan mérőalkalmazatosság alkalmazása, amely úgy méreteinél, mint a vizsgált felület normálisához közelítő fénymenetével bonyolult, görbült, (esetleg belső) terek vizsgálatát is lehetővé teszi. Mindezen igényekhez alkalmazkodva fejlesztettük ki a száloptikás minipolarizskópot. A készülékhez illesztett videóberendezés biztosítja a mért adatok rögzítését, és további feldolgozásának lehetőségét.

2. Rétegbevonatos optikai feszültségvizsgálat fő alkalmazási területei

A mérési eljárás azon alapszik, hogy tényleges alkatrészek felületére optikailag aktív műanyagból (általában speciális epoxigyanta) készült, körülbelül 1...2 mm vastag réteget ragasztanak és reflektált polarizált fényben vizsgálják. A vizsgálat berendezés általában egymás mellé helyezett polarizátort, analizátort és fényforrást tartalmaz (alap kivétel). Az 1. ábra a hagyományos reflexiós polarizskópos elrendezés sémáját mutatja, a jellemző méretek, valamint helyszükségletek megjelölésével.

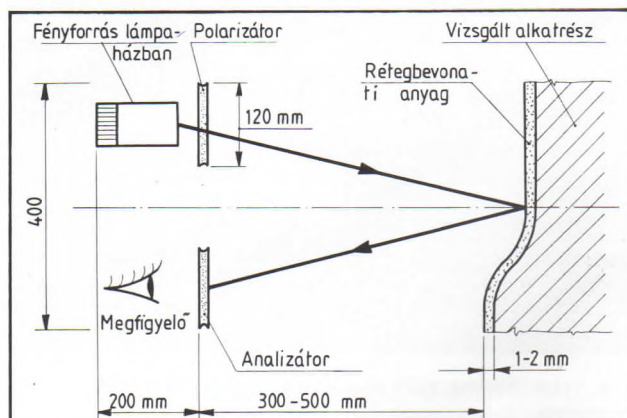
A mérési eljárás így nagy felszínek, egybefüggő feszültségviszonyainak tisztázására nyújt lehetőséget. Miután beépítési körülmények közötti vizsgálat (is) lehetséges, modellezés nélkül, mód nyílik a külső terhek hatására kialakuló tényleges felszíni igénybevételek meghatározására.

Minden olyan esetben alkalmazható, amikor a bonyolult, összetett felületekből adódóan a számítással történő ellenőrzés – éppen a modellalkotás nehézségei miatt – bizonytalan. A viszonylag egyszerű mérési technika (bevonati anyag előállítása majd felragasztása, végül eredmények értékelése) a mind szélesebb körű alkalmazást indokolja. Példaként had álljon itt dr. Marwitz [2] cikke, amely a különféle kísérleti szilárdságtani eljárások németországi, járműipari alkalmazásainak sorában a sűrűn felhasználtak között (16 féle, különböző mérési módszerből a 4. helyen) említi e technikát.

Az eljárás alkalmazása során a bevonattal ellátott vizsgált felület polarizált fénnel történő, lehetőség szerint a merőleges beesést mindjobban megközelítő megvilágításra kell törekednünk. A ferde szögben történő megvilágítás ugyanis az eredmények értékelésében – egy bizonyos szöghelyezeten túl – hibát okozhat. A készülék berajzolt méretei sok esetben nehézséget jelentenek a műszer elhelyezésénél, különösen tagolt, összeszerelt berendezések, egységek vizsgálata esetén. Ez tette szükségessé olyan, száloptikát alkalmazó, de mérési elvben nem különböző műszer kifejlesztését, mellyel nehezen hozzáférhető sarkok és beszögellések feszültségállapota is vizsgálható.

A száloptikás mérőfej használata a fénnyaláb ferde szögű beeséséből eredő mérési hibákat a minimálisra csökkenti. Ugyanakkor a hagyományos polarizskóphoz viszonyítva egy nagyság-

renddel kisebb méreténél fogva biztosítja a fény által mindez ideig meg nem közelíthető területi zónák vizsgálatát is.



1. ábra Hagományos reflex – polarizskópos mérés alapelrendezése a méretek és helyszükségletek feltüntetésével.

3. Száloptika alkalmazása az optikai feszültségvizsgálatban

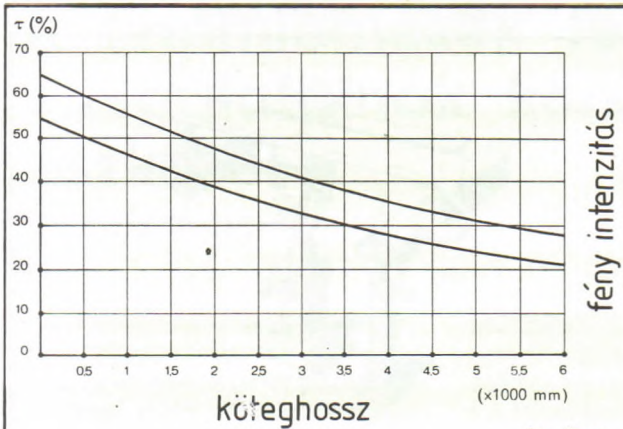
Fény továbbítására alkalmas száloptika-köteg elvileg kétféle kivitelben készülhet. Ha csak fénnyaláb továbbítása a feladat, erre a célra megfelel a rendezetlen szálak kötegéből készített úgy nevezett fény-továbbító köteg. Amennyiben a feladat a vizsgált kép továbbítása is, úgy rendezett elemi szálakból készült köteget kell alkalmaznunk. Ez a fajta, úgy nevezett fénytovábbító köteg azonban – előállításánál fogva – jóval költségesebb.

Úvegcszálon történő fény – illetve képtovábbításkor mindenképp figyelembe kell vennünk a fényintenzitás csökkenését a választott köteghossz függvényében, (2/a. ábra) valamint a képtovábbító köteg elemi szálmérőjének a felbontó képességgel való kapcsolatát. (2/b. ábra). A megfelelő minőségben továbbított kép tehát alapvetően a köteghossz, valamint az elemi szálmérőjének függvénye.

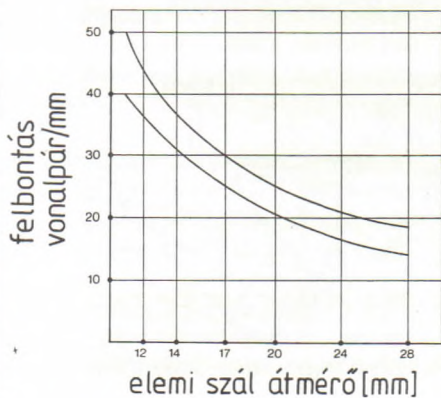
A száloptikán történő kép-továbbításra történt kísérlet, [3]-ban leírtak szerint. A hivatkozott irodalomban bemutatott mérőkészülék sematikus elrendezését a 3. ábra mutatja. A mérőkészülék egyetlen, fix beépítésű szűrőpárt tartalmaz. Ezáltal a készülékkel mindössze az egész rendszám különbségek határozhatók meg; ($\sigma_1 - \sigma_2$) egész számú többszöröse. Mivel a készülék az irány-sávok meghatározására szükséges szűrőpárt (mely forgatható!) sem tartalmaz, így használatával a feszültségi trajektória hálózat sem vehető fel. Meg kell azonban jegyezni, hogy ilyen elrendezés mellett a mérőfej külső átmérője meglehetősen kis méretű ($D = 15$ mm).

Az általunk kifejlesztett mérőkészülék alkalmas mindazon mérési feladat ellátására, melyet a hagyományos reflex – polarizskóp alkalmazásával megtehetünk. Két-két, páronként forgatható szűrőpárral rendelkezik, melyeket mechanikus távszabályozóval mozgathatunk a kívánt szöghelyzetbe. A szűrőpárok aktuális helyzetét a távszabályozón elhelyezett fénydiódák folyamatosan jelzik. A mérőfej tehát alkalmas az egész, és feles rendszámú feszültségösszetevő komponenseken túlmenően az irány-sávok 15°-kénti meghatározására. A készülék kifejlesztésében a MOM-on belül működő Optomechanika GMK volt segítségünkre. Egy alapösszeállítást mutat a 4. ábra, ahol a száloptikához kapcsolt

* BME Közlekedésmérnöki Kar Gépelemek Tanszék
** BME Gépészmérnöki Kar Műszaki Mechanika Tanszék



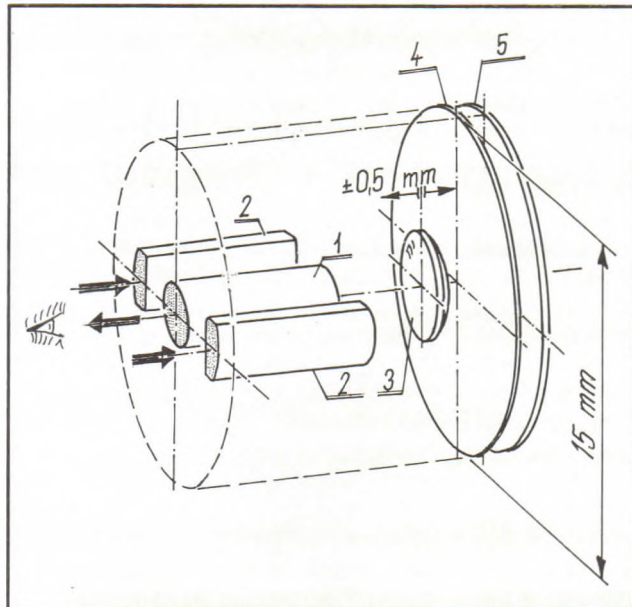
2/a. ábra



2/b. ábra

2. ábra Fény- és képtovábbítás alapösszefüggései a száloptikaköteg alapparamétereinek függvényében.

3. ábra „Legat – Stupnicki” féle reflex polariszkóp elrendezési vázlata. 1. képtovábbító köteg 2. megvilágító köteg (megosztva) 3. képalkotó lencse (élesállításhoz $\pm 0,5$ mm-el eltolható), 4. polarizátor 5. negyedhullámlemez

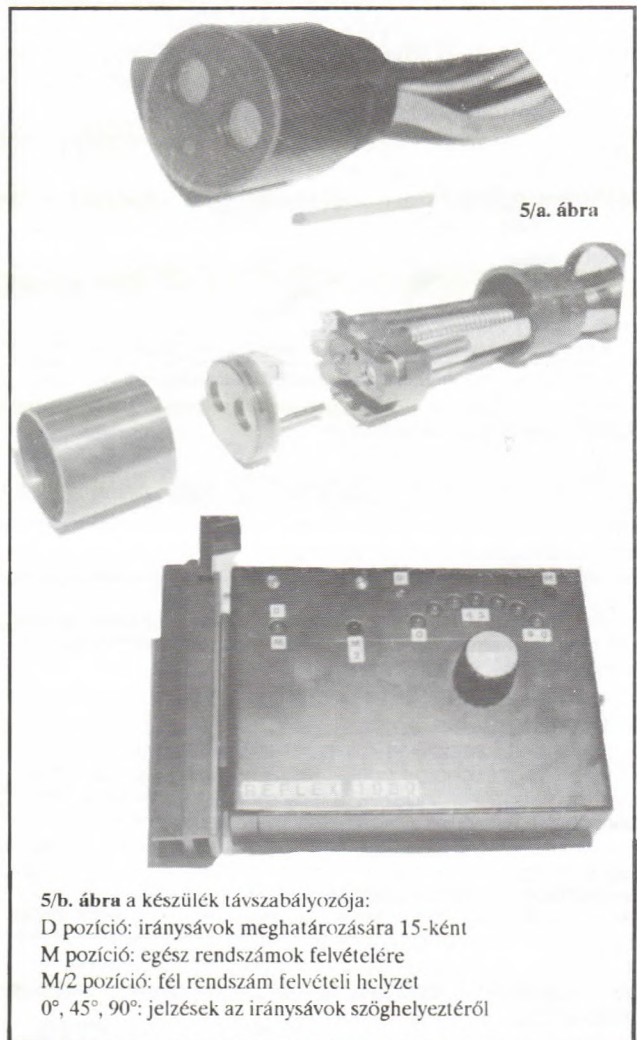


mérőfej mellett a rendszerhez illesztett videorekorder, valamint a készülék távszabályozója és a megvilágító fényforrása is látható. A minipolariszkóp mérőfeje szerelt, valamint „robbantott” helyzetben a távszabályozóval az 5. ábrán látható. A mérőfej külső átmérőjének érzékeltesére ($D = 50$ mm) alkalmas az 5/a ábrán



4. ábra Száloptikás minipolariszkóp alapösszeállítása mérési elrendezésben

1. mérőfej (előtérben a vizsgált alkatrész) 2. video kamera
3. fényforrás 4. távvezérlő
5. fény- és képtovábbító kötegek ($l = 1800$ mm)
6. távműködtető bowden 7. monitor videomagnóval



5/b. ábra a készülék távvezérlője:

D pozíció: irányávok meghatározására 15-ként

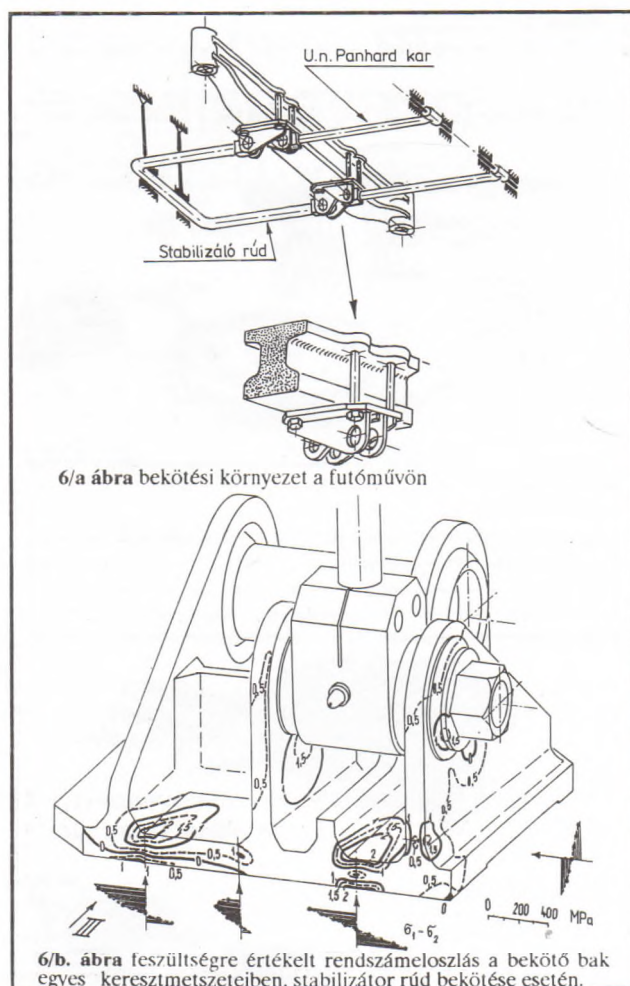
M pozíció: egész rendszámok felvételére

M/2 pozíció: fél rendszám felvételi helyzet

0°, 45°, 90°: jelzések az irányávok szöghelyeztetéről

5. ábra Minipolariszkóp részei:

a fej előtt elhelyezett gyufaszál. Ugyanezen ábra „robbantott” részében a burkoló ernyőt követően láthatjuk a szűrőket a mozgató mechanizmussal valamint a pozícióvisszajelzéseket biztosító áramköri elemeket, majd az ábra harmadik blokkjában helyezkedik el a száloptikák és a távvezérlő foglalatja.



6/a ábra bekötési környezet a futóművön

6/b. ábra feszültségre értékelt rendszámeloszlás a bekötő bak egyes keresztmetszeteiben, stabilizátor rúd bekötése esetén.

6. ábra Mellső futóműkörnyezet bekötő bak vizsgálata

4. Mérési alkalmazások

A számos mérési alkalmazás közül álljon most itt néhány járműipari példa. Az 6. ábra egy nehéz gépjármű mellső futóművén alkalmazott rudbekötő bak felerősítését, valamint a különböző keresztmetszetekben feszültségre értékelt rendszám eloszlását mutatja.

A 7. ábra egy futóműtartó részegység rugótányérjai alatti feszültségállapotot rögzít, terhelőkészülékben alkalmazott üzemi igénybevétel esetén. A 7/b. ábra rugótányérja alatti feszültségre értékelt eloszlás kétféle típus (szaggatott valamint eredményvonal) mérési eredményeit mutatja.

5. Összefoglalás

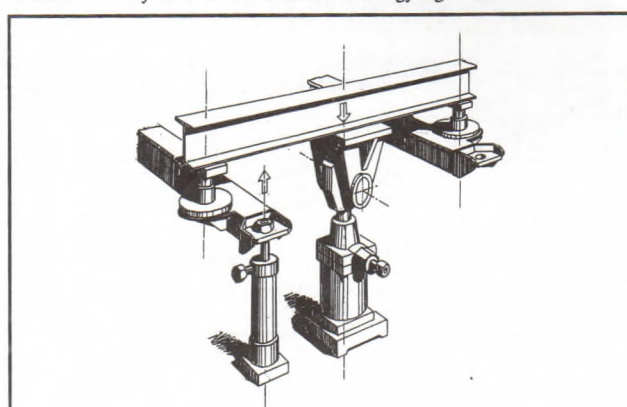
A bemutatott száloptikás minipolariszkóp hasznos, kiegészítő tagja a rétegbevonatos optikai feszültségvizsgálat eszköztárának. Segítségével mindazok, a fény merőleges beesése szempontjából rejtett zónák vizsgálhatók, melyeket előzőleg optikailag aktív rétegbevonati anyaggal láttunk el. A készülék kis méreteinél fogva üregekben elhelyezett bekötőborda környezetek, más szerkezeti elemektől takarásban levő zónák vizsgálatának ideális eszköze. A vizsgált zónákban a feszültségösszetevők mind nagyság, mind irány komponensei meghatározhatók. A készülék a konstrukció fejlesztésének, a súlycsökkentésnek, a versenyképes, külpiacokon eladható termék kialakításának hasznos segédeszköze.

911 014 005

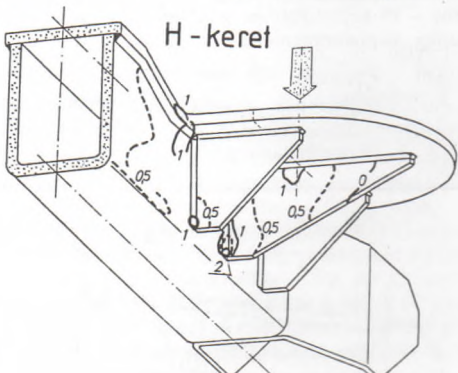
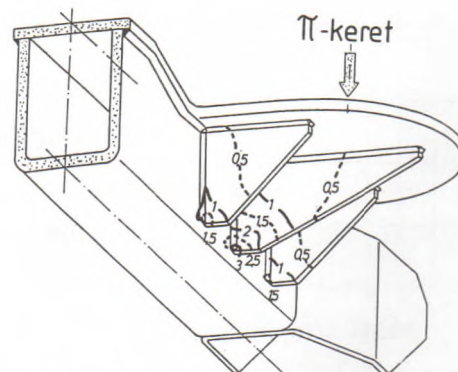
IRODALOMJEGYZÉK

- [1] DR. BORBÁS, L.; DR. THAMM, F.: Evaluation of measurement results of rotation symmetrical parts having curved surfaces in case of photoelastic analysis. Österreichische Ingenieur- und Architekten - Zeitschrift (ÖIAZ), 135. évf. 7/8. füzet, 1990. p. 333-336.
- [2] DR. MARWITZ, H.: Techniken der Experimentellen Mechanik im Produktwerdegang in der KFZ - Industrie. Messen-Prüfen-Automatisieren, 1989. márc. p. 96-100, 178-184.
- [3] LEGAT, A.; STUPNICKI, J.: Polariszkóp do badań metoda elastooptycznej warszawy powierchniowej z zastosowaniem światłowodów. XIV. Lengyel Feszültségmérő Kongresszus kiadványa. Varsó, 1990. p. 179-182.

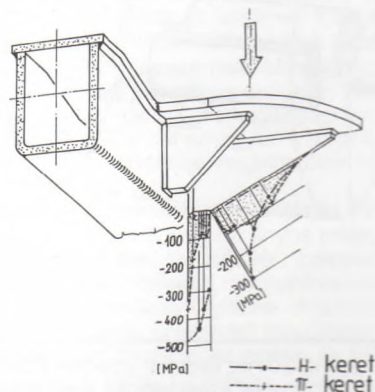
7. ábra Nehézcikló hátsó futóműtartó egysége



7/a. ábra futóműtartó egység terhelő keretben



7/b. ábra rugótányért merevítő bordák bekötési környezetének rendszám eloszlása két különböző típus esetén



7/c. ábra kiértékelt rendszámeloszlás merevítő borda peremén mindkét típusra.

A finomlemezek technológiai vizsgálatainak korszerű módszerei és eszközei

Dr. Ziaja György*

A fémes szerkezeti anyagok mechanikai tulajdonságait mind a belőlük készítenő termékek felhasználhatóságának, mind az anyag feldolgozhatóságának szempontjából meg kell határozni. Az anyagot ilyen értelemben mindkét oldalról jellemző paramétereket is két csoportba lehet osztályozni. Az anyagjellemzők egyik csoportja – ide tartozik a szabványos mérőszámok többsége – arra jó, hogy az anyagokat ezek alapján valamilyen megfontolás szerint sorrendbe lehessen állítani (mondván: ez jobb – ez gyengébb stb). Ilyen mechanikai anyagjellemző például az egy adott hőmérsékleten mért fajlagos ütőmunka, mely egy nagyon fontos mérőszám, de ennek ellenére nincs az a méretezési- vagy technológiai egyenlet, melybe ez a számérték behelyettesíthető lenne. Vannak ezek szerint olyan anyagjellemzők is, – és ezek jelentik a másik csoportot – melyek ezzel ellentétben olyan adatokat szolgáltatnak, melyek, úgy mond egyenletbe helyettesíthetők. Nyilvánvaló, hogy ezeknek nagyobb a jelentősége, és a fémes anyagok vizsgálatával foglalkozóknak előbb-utóbb minden „sorbarakó” vizsgálatot az „egyenletbe helyettesíthetővel” fel kell váltani.

A fémes szerkezeti anyagok szakítóvizsgálattal mért jellemzői közül a feszültség jellegűek, mint a rugalmassági- és folyási határ, a rugalmassági modulus és kivételes esetekben a szakító szilárdság ilyen „egyenletbe helyettesíthető” mérőszám. A szakadási nyúlás soha, a kontrakció csak kivételesen ritka esetekben sorolható ide. Ez utóbbiak az anyagok képlékeny alakváltozó képességét, vagy másképpen megfogalmazva a képlékeny alakítással feldolgozhatóságát volnának hivatottak demonstrálni. Mivel az ilyen sorbarakós anyagjellemzőkkel a technológiai műveleteket tervezni nem lehet, ezért az idők folyamán számos technológiai pró-

bát találtak ki. Sajnos ezek többsége sem nyújt elegendő objektív és számszerű, a technológiai folyamatok tervezésre használható információt.

Különösen így van ez a lemezek, főleg a finomlemezek esetén. Jelenleg az ismert lemezminősítő technológiai próbák száma a százas nagyságrendben van. Ezek között vannak szabályos és ajánlott eljárások, mint pl. az Erichsen próba, vagy a csészehúzó vizsgálat. Az előzővel meghatározott számszerű adat tipikusan „sorbarakó” jellegű, az utóbbi eredményei korlátozottan alkalmazhatók technológiai tervezésre is.

Lemeznek nevezzük azokat az előgyártmányokat, amelyekre az a jellemző, hogy a három méretük közül kettő sokkal nagyobb, mint a harmadik. A lemezek képlékeny alakítással, alkatrésszé történő feldolgozása rendszerint sík feszültségi állapotban történik. A lemezek mechanikai-technológiai tulajdonságaira jellemző, hogy ezek esetenként szinte az egykristályokat megközelítő mértékben irányfüggőek. Ennek az az oka, hogy a fémlamezek rendszerint meleg-, egyes esetekben hideghengereléssel készülnek. A hengerelésnél alkalmazott egyirányú és ismétlődő hő- és erőhatások eredményeként olyan zárvány elrendeződés továbbá alakítási- és lágyítási textúra keletkezik, mely a lemezanyagok fenntemlített anizotrópiáját okozza. A lemezanyag hengerelése és hőkezelése során kialakuló anizotrópia a felhasználók szempontjából lehet egyaránt nagyon kedvező, de nagyon kedvezőtlen is. Ezek a sajátosságok szükségessé teszik az anyagok a külső erőhatásokkal szemben ellenállását leíró anyag törvények megfogalmazását. Ezek az anyag egyenletek nyilvánvalóan különböznek a mindannapi mérnöki gyakorlatban feltételezett eszményi izotróp kontinuumtól.

Különösen az utóbbi időben terjedő számítógéppel segített, nem egyszer

a folyamatok szimulációján alapuló termék- és technológia tervező eljárások követelik meg az anyag tényleges viselkedését adekvát módon leíró anyag törvények, a folyamatot szimuláló matematikai-kontinuummechanikai modelleket kiegészítő, az anyagot jellemző konstitutív egyenletek ismeretét. Mindezek mellett azt is meg kell fogalmazni, hogy ezek az egyenletek meddig érvényesek, hol vannak és hogyan számszerűsíthetők az alakítási folyamatok határállapotai. A tapasztalatok ugyanis azt mutatják, hogy a határállapotok maguknak az alakítási folyamatoknak a függvényei. E szerint az anyagnak egyetlen deformáció – történettel, például szakító vizsgálattal való minősítése teljesen értelmetlen próbálkozás, legfeljebb a „sorbarakást” segíti.

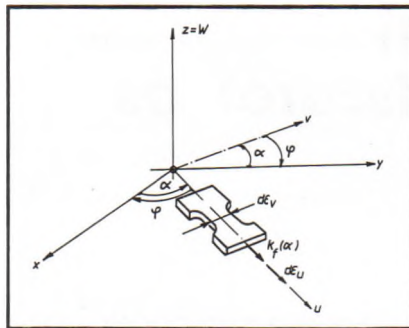
A finomlemezek vizsgálati stratégiáit ezek szerint úgy kell megtervezni, hogy

- a mért adatok alapján megfogalmazhatók legyenek a kérdéses (lemez-) anyag konstitutív paraméterei
- az alakítási folyamat határállapotait számszerűen rögzíteni lehessen a folyamat közben beálló károsodási jelenségek sorrendjében.
- a méréseknél lehetőleg alkalmazhatónak kell lennie a konvencionális mérési módszereknek is, hogy a szokványos – szabványos adatokat is megkaphassuk.

A konstitutív paraméterek mérése

A képlékenységtani alapokon álló számítási eljárásokhoz elvileg az ún. folyási felület kimérésére van szükség. Az izotróp anyagok esetén ehhez elegendő a folyási görbe ismerete. Anizotróp anyagok esetén meg kell keresni azt a formulát, mellyel az anizotróp anyagok viselkedése leírható.

*Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológia és Anyagszerkezettani Intézet.



1. ábra

A legnagyobb mennyiségben felhasznált lemezanyagok, a mélyhúzható acéllemezek esetében a Hill-féle ún. „rég”i” folyási felület egyenlet [1] a szokásos. Ez a rendkívül elterjedt formula csak durva közelítéssel használható, ezekre más közelítést, például az „új” Hill féle [2] folyási felületet lehet alkalmazni. Ha a jelen dolgozat keretében az acéllemezeknél maradunk, és elfogadjuk, hogy a lemezeket a feldogozásuk során a lemez síkjában működő, vagy azzal egyenértékű feszültségek terhelik, akkor az alábbi egyenlet F , G , H és N -el jelölt, ún. Hill-féle anizotrópia paramétereit kell kimérni:

$$2f = F\sigma_y^2 + G\sigma_x^2 + H(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 2N\tau_{xy}^2 - 1 = 0 \quad (1)$$

Az egyenletben x a lemez hengerelési iránya, y a keresztirány, σ , τ a képlékeny állapotot okozó feszültségek. A folyási felület fenti alakjának ismeretében a deformáció növekmények és a feszültségek közötti kapcsolatot leíró anyagtörvények generálhatók, a

$$d\epsilon_{ij} = d\lambda(\partial f / \partial \sigma_{ij}) \quad (2)$$

összefüggés alapján. Az F , G , H és N paraméterek 1/feszültség-négyzet dimenziójú mennyiségek, melyeknek az értéke az alakítási keményedés miatt az alakítás során változik. Kimutatható, hogy a lemezanyag elvékonyodásra hajlamát mérő Lankford szám, és a fenti, Hill paraméterek között az 1. ábra jelöléseinek megfelelően az alábbi összefüggés van:

$$R_u = R(\alpha) = d\epsilon_u / d\epsilon_w \quad (2)$$

és

$$R(\alpha) = \{ H + (2N - F - G - 4H) \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha \} / \{ F \sin^2 \alpha + G \cos^2 \alpha \} \quad (3)$$

A hengereléssel bezárt α szög helyébe 0, 45 és 90 fokot helyettesítve kapjuk, hogy:

$$R_0 = R_x = d\epsilon_y / d\epsilon_z = H/G \quad (3a)$$

$$R_{45} = d\epsilon_v / d\epsilon_z = N/(H + G) - 1/2 \quad (3b)$$

$$R_{90} = R_y = d\epsilon_x / d\epsilon_z = H/F \quad (3c)$$

$$(d\epsilon_z = d\epsilon_w)$$

Az R értékek mérésére a (2) egyenlet ad utasítást. Az anizotrópia leírására az elmélet szerint 4 paraméter kell. Az R_0 , R_{45} , R_{90} szükséges, de nem elégséges, kell egy negyedik adat is. Ezért mérni kell a lemezanyag folyási görbét is legalább egy irányban. Mivel az R méréshez egy szakító próbatesten alakváltozást kell mérni az egyenletes nyúlás tartományában, és ezek az adatok a keményedési görbe meghatározásához is szükségesek, ezért a két mérést össze lehet vonni. A Hill-elméletből adódik, hogy a hengerelési iránnyal egy tetszőleges α szöget bezáró u irányban (1. ábra) mért $\sigma_{f\alpha}$ egyrészt

$$\sigma_{fu} = \sigma_{f\alpha} = F_u/A = (F_u/A_0) \exp(\epsilon_u) \quad (4)$$

ahol A_0 a próbatest keresztmetszete, másrészt a Hill elméletből az is következik, hogy:

$$\sigma_{f\alpha} = \{ H + F \sin^2 \alpha + G \cos^2 \alpha + [2N - F - G - 4H] \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha \}^{1/2} \quad (5)$$

Feltesszük továbbá, hogy a keményedési görbe a Hollomon-féle egyszerű hatványfüggvény, azaz

$$\sigma_{f\alpha} = K(\alpha) \epsilon_u^{n(\alpha)} \quad (6)$$

továbbá érvényes a térfogat állandóság ($\epsilon_u + \epsilon_v + \epsilon_w = 0$) törvénye. Belátható, hogy a próbatestet terhelő F_u erő, és a próbatest két alakváltozás összetevőjének egyidejű mérése a fentiek alapján lehetőséget ad nem csak a keresett paraméterek meghatározására, hanem annak az ellenőrzésére is, hogy a vizsgált anyag tényleg követi-e a feltételezett anyagtörvényt. Például, ha mérjük az R értéket három irányban és a σ_f értékeit a hengerelési irányban, van 4 egyenletünk a 4 Hill paraméter számítására, annyi pontban, ahány alakváltozás értékre meghatároztuk az R értékeket. Ezek ismeretében kiszámíthatjuk R vagy σ_f értékeit bármely irányban, sőt felrajzolhatók az $R(\alpha)$ és $\sigma_f(\alpha)$ görbék is. Ha tetszőleges, más irányokban mért R vagy σ_f a szokásos mérési hibákon belül egybeesik a számítottakkal, akkor a vizsgált anyag a feltételezett anyagtörvényt követi.

A méréshez tehát egy olyan eszközzel van szükség amely az elmozdulásokat és az erőt egyidejűleg méri. Az anyagvizsgálógép-gyárak korszerű termékei az erőmérő cella jelét, valamint egy a próbatestre szerelhető,

két elmozdulás jeladót tartalmazó műszer jeleit egy adatfeldolgozó egységbe továbbítják. Ezek általában opcionális tartozékok. A feldolgozott adatok egyrészt digitálisan megjeleníthetők, másrészt valamilyen analóg rajzeszközzel diagramok formájában kirajzolhatók.

A mérést ma már több országban szabványosították. Hazánkban is van egy -, ha nem is a legmodernebb szemléletet tükröző - érvényes műszaki irányelv. A szabványos mérés célja elsődlegesen nem az anyagtörvény kimérése. Ha ugyanis az R értéket, mint a lemez elvékonyodási hajlamának mérőszámát tekintjük, akkor lehetőségünk van az egyes anyagok illetően összehasonlításra és a „sorbarakására”. A sorbarakáshoz két mérőszámot használunk. Az egyik az R értékek átlaga, a másik az átlagtól eltérés mértéke. Az előző az anyag normális, az utóbbi a síkbeli anizotrópiájának mérőszáma. Az R értékek átlaga elvileg

$$R = (\sqrt{\pi}) \int_0^\pi R(\alpha) d\alpha$$

Gyakorlatilag a három irányú mérésekből az átlag:

$$R = (R_0 + 2R_{45} + R_{90})/4 \quad (7)$$

Az átlagtól való eltérés:

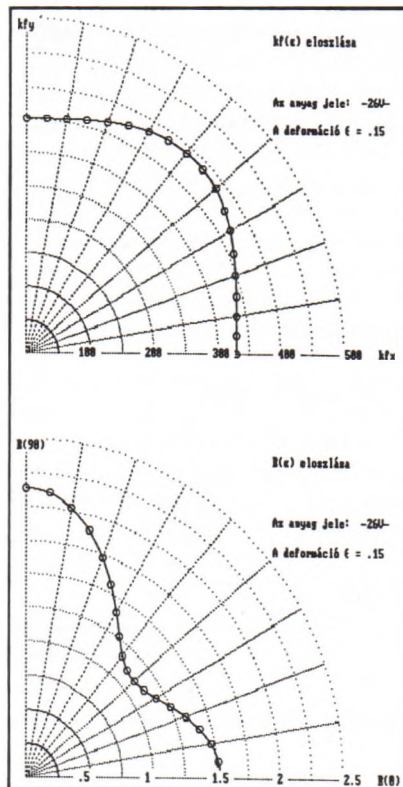
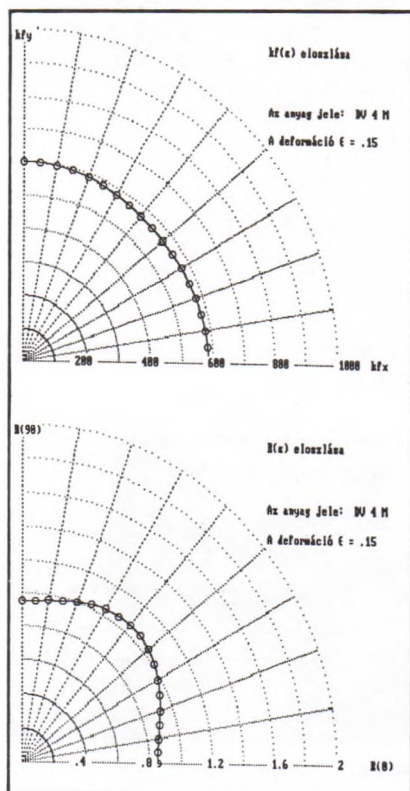
$$\delta R = R_{45} - (R_0 + R_{90})/2 \quad (8)$$

A lemeztechnológusok számára az olyan anyag az ideális, mely nem szeret a feldolgozás során elvékonyodni, azaz normálisan úgy anizotróp, hogy $R > 1$, másrészt viszont ha az anyag síkban izotróp, azaz $\delta R = 0$.

A Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológia és Anyagszerkezetek Intézetében hosszú évek óta foglalkozunk a lemezanyagok képlékeny alakításához szükséges számítógépes folyamatlemező- és tervező eljárások fejlesztésével, és az ezekhez nélkülözhetetlen konstitutív paraméterek és anyagjellemzők mérésével. Jelenleg max. 4 mm vastag lemezek vizsgálatára vagyunk felkészülve. A fenti R - n méréshez egy számítógép vezérelt MTS gyártmányú szakítógépünk, és az ehhez tartozó R - n mérő berendezésünk van. Az R értékek és a keményedési gör-

bék adatainak feldolgozására egy LEMMIN nevű programot fejlesztettünk ki. A program bekéri az adatokat, melyek alapján kiszámítja az adott alakváltozáshoz tartozó Hill paramétereket, megjeleníti az R értékek és az adott deformációhoz tartozó aktuális folyási határok irányfüggését és táblázatosan az összes számítható adatot. Illusztrációként tekintünk a 2. és 3. ábrákra. A 2. ábrán egy Dunai Vasműben gyártott növelt szilárdságú 4 mm vastag, melegelt hengerelt, duális fázisú, közel izotróp HSLA acéllemez, Hill elmélettel számított és mért Lankford számait rajzolta meg a program. A 3. ábrán egy 0,8 mm vastag hidegen hengerelt és lágyított mélyhúzó lemez hasonló diagramjai láthatók.

2. ábra



3. ábra

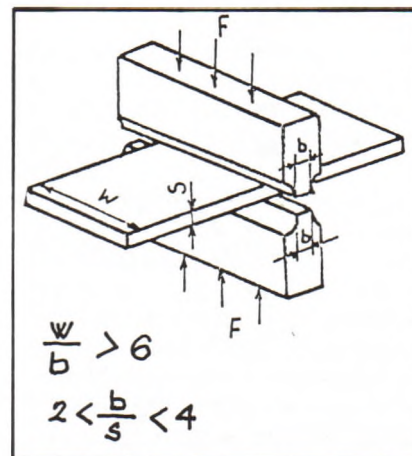
rel mérhető. Ez a lemez síkjára merőleges, a lemezben síkalakváltozási állapotot létrehozó nyomókísérlet. A kísérlet vázlata, és azok a geometriai feltételek, melyeket be kell tartani, a 4. ábrán látható. A kiértékeléshez szükség van az R értékekre, mert a nyomóerő és a szerszámfelület hányadosa, illetve a lemez méretváltozása továbbá a k_f összehasonlító feszültséget illetve Φ alakváltozás kapcsolatait leíró egyenletekben R_0 és R_{90} is szerepel. E speciális nyomókísérlet geometriai feltételeinek betartásához egy cserélhető betétkészlettel rendelkező szerszámmal, a kiértékeléshez pedig egy adott célú kiértékelő programra van szükség. A BME – MTAL-ban kifejlesztett szerszámkészlet fényképe az 5. ábrán látható. A kiértékeléshez a KF nevű programot készítettük el. Példaként a 6. ábrán a már említett 4 mm vastag HSLA acél folyásgörbéje látható. Az ábrán megjelenített számok a folyásgörbe

$$k_f = C_1 + C_2 \cdot \Phi^n + C_3 \cdot \exp(C_4 \Phi) \quad (9)$$

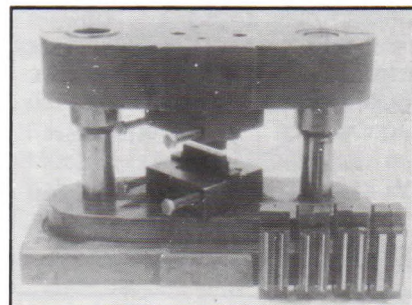
egyenletének paraméterei.

Az alakítási határállapotok mérése.

A lemezek képlékeny hidegalakítása során lejátszódó fizikai folyamatok



4. ábra

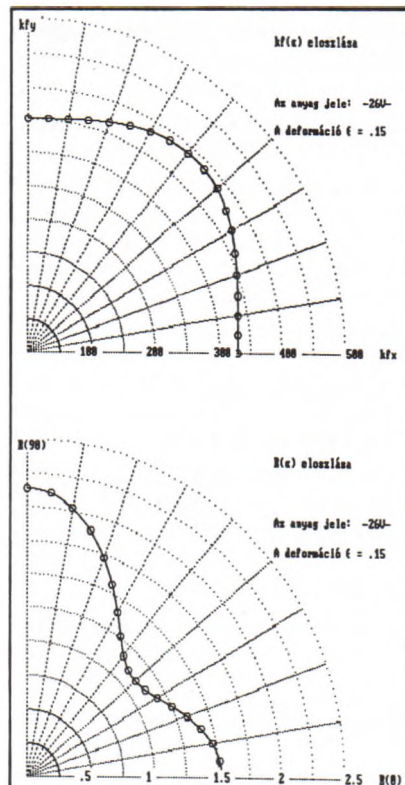
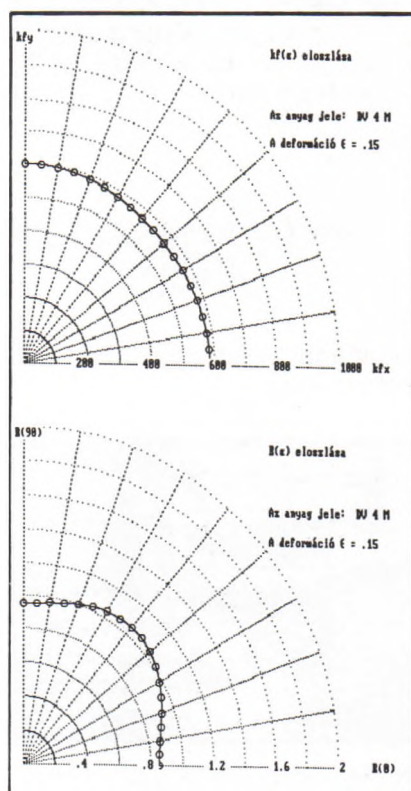


5. ábra

eredményeként olyan károsodási jelenségek következnek be, amelyek mind a lemez további alakítását, mind a lemezből készült termék gyakorlati felhasználását teszik lehetetlenné. A károsodási folyamat előrehaladását a lemez kiválasztott pontjában mérhető deformációtörténettel lehet jellemezni. Ha a kiválasztott pontban, a lemez síkjában mérhető főalakváltozások ϵ_1 és ϵ_2 , a deformációtörténetet az $\alpha = d\epsilon_2/d\epsilon_1$ differenciálegyenlet írja le. (Monoton terhelés, vagyis $\alpha = \text{const}$ esetén például az egytengelyű húzásra $\alpha = -1/2$; a síkalakváltozásra $\alpha = 0$; a két-tengelyű, biaxiális húzásra $\alpha = 1$). A károsodási folyamatok megjelenése egy összetartozó $\epsilon_1 - \epsilon_2$ ponttal regisztrálható az $\epsilon_2 - \epsilon_1$ síkban. A lemezből történő alkatrészgyártás során a gyártmány minden pontjában más – és más a deformációtörténet. A károsodási jelenségek bekövetkezése ugyancsak a deformációtörténetől függ. A különböző deformációtörténetek esetén megfigyelt,

bék adatainak feldolgozására egy LEMMIN nevű programot fejlesztettünk ki. A program bekéri az adatokat, melyek alapján kiszámítja az adott alakváltozáshoz tartozó Hill paramétereket, megjeleníti az R értékek és az adott deformációhoz tartozó aktuális folyási határok irányfüggését és táblázatosan az összes számítható adatot. Illusztrációként tekintünk a 2. és 3. ábrákra. A 2. ábrán egy Dunai Vasműben gyártott növelt szilárdságú 4 mm vastag, meleg hengerelt, duális fázisú, közel izotróp HSLA acéllemez, Hill elmélettel számított és mért Lankford számait rajzolta meg a program. A 3. ábrán egy 0,8 mm vastag hidegen hengerelt és lágyított mélyhúzó lemez hasonló diagramjai láthatók.

2. ábra



3. ábra

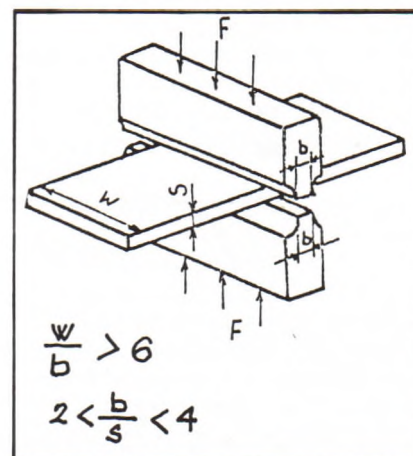
rel mérhető. Ez a lemez síkjára merőleges, a lemezben síkalakváltozási állapotot létrehozó nyomókísérlet. A kísérlet vázlata, és azok a geometriai feltételek, melyeket be kell tartani, a 4. ábrán látható. A kiértékeléshez szükség van az R értékekre, mert a nyomóerő és a szerszámfelület hányadosa, illetve a lemez méretváltozása továbbá a k_f összehasonlító feszültséget illetve Φ alakváltozás kapcsolatait leíró egyenletekben R_0 és R_{90} is szerepel. E speciális nyomókísérlet geometriai feltételeinek betartásához egy cserélhető betétkészlettel rendelkező szerszámmra, a kiértékeléshez pedig egy adott célú kiértékelő programra van szükség. A BME – MTAL-ban kifejlesztett szerszámkészlet fényképe az 5. ábrán látható. A kiértékeléshez a KF nevű programot készítettük el. Példaként a 6. ábrán a már említett 4 mm vastag HSLA acél folyásgörbéje látható. Az ábrán megjelenített számok a folyásgörbe

$$k_f = C_1 + C_2 \cdot \Phi^n + C_3 \cdot \exp(C_4 \Phi) \quad (9)$$

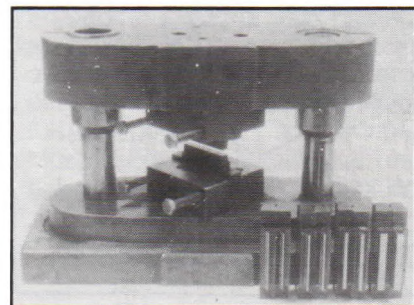
egyenletének paraméterei.

Az alakítási határállapotok mérése.

A lemezek képlékeny hidegalakítása során lejátszódó fizikai folyamatok



4. ábra

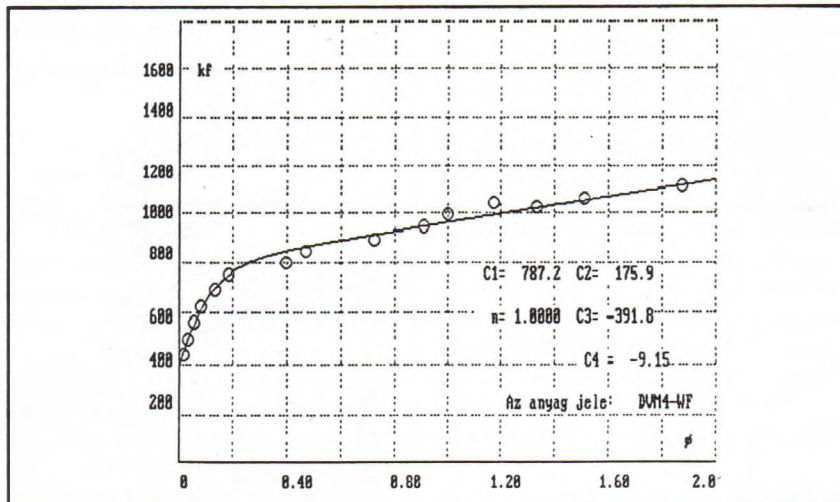


5. ábra

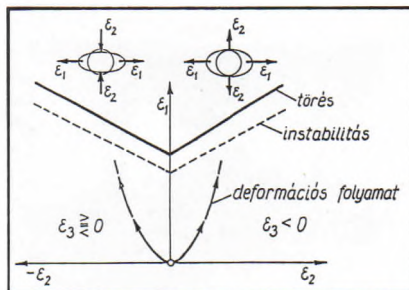
eredményeként olyan károsodási jelenségek következnek be, amelyek mind a lemez további alakítását, mind a lemezből készült termék gyakorlati felhasználását teszik lehetetlenné. A károsodási folyamat előrehaladását a lemez kiválasztott pontjában mérhető deformációtörténettel lehet jellemezni. Ha a kiválasztott pontban, a lemez síkjában mérhető főalakváltozások ϵ_1 és ϵ_2 , a deformációtörténetet az $\alpha = d\epsilon_2/d\epsilon_1$ differenciálegyenlet írja le. (Monoton terhelés, vagyis $\alpha = \text{const}$ esetén például az egytengelyű húzásra $\alpha = -1/2$; a síkalakváltozásra $\alpha = 0$; a két-tengelyű, biaxiális húzásra $\alpha = 1$). A károsodási folyamatok megjelenése egy összetartozó $\epsilon_1 - \epsilon_2$ ponttal regisztrálható az $\epsilon_2 - \epsilon_1$ síkban. A lemezből történő alkatrészgyártás során a gyártmány minden pontjában más – és más a deformációtörténet. A károsodási jelenségek bekövetkezése ugyancsak a deformációtörténetől függ. A különböző deformációtörténetek esetén megfigyelt,

azonos károsodási jelenségekre jellemző, összetartozó főalakváltozásokat egy folytonos görbével össze-

lehetővé. Természetesen nagyon sokféle ilyen módszer létezik. Ezek közül azokat emeltem ki, melyek a



6. ábra

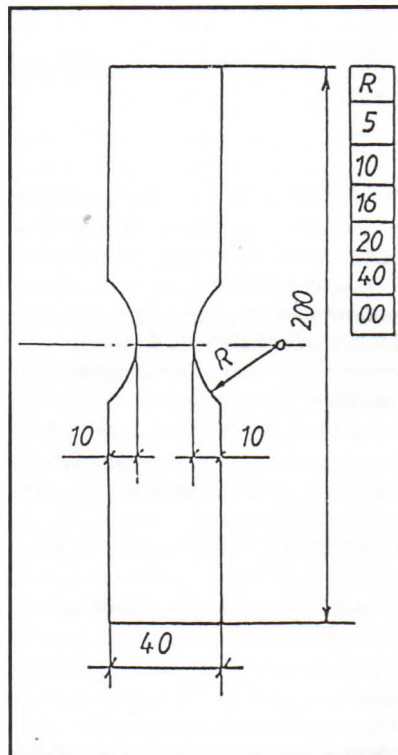


7. ábra

köve az alakítási határgörbéhez, vagy első felrajzolóikról Keeler-Goodwin diagramoknak nevezett ábrákat kapjuk. Az alakítási határgörbét a diffúz instabilitásra, a lokalizált instabilitásra és a törésre lehet meg szerkeszteni. A határgörbe elve a 7. ábrán látható.

Az instabilitási pontokra vonatkozó határgörbét a fentiekben ismertetett konstitutív paraméterek és egyenletek ismeretében számítani is lehet (például [4-8]). Ennek nem mond ellent a határgörbék kísérleti felvételének igénye és szükség szerűsége. A határgörbék léte és a károsodási pontok történetfüggése egyben azt a felismerést is jelenti, hogy a lemezek alakíthatósága egy két adattal, például a szakadási nyúlással vagy az Erichsen számmal nem jellemezhető, ráadásul ezen utóbbi mennyiségek nem is egyen letbe helyettesíthetők.

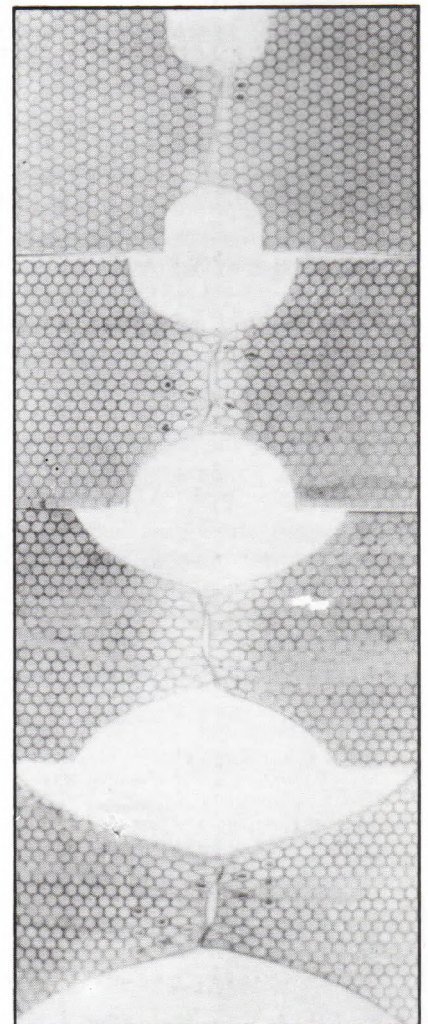
A lemezanyagok alakíthatóságának megítélésére tehát olyan vizsgálati eljárásokra van szükség, amelyek a határgörbe kísérleti felvételét teszik



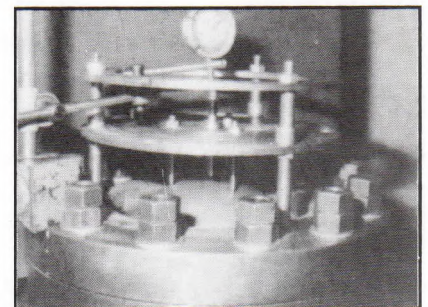
8. ábra

BME MTAI-ban a gyakorlatban jól beváltak.

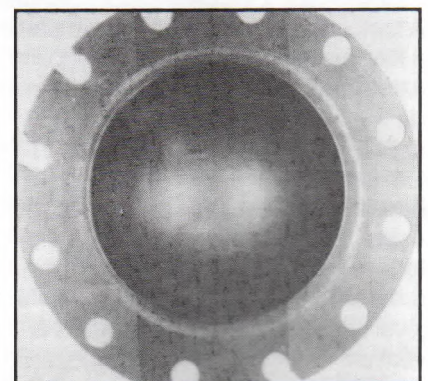
A vizsgálatok közös alapja, hogy a vizsgálandó lemez felületére egy hálózatot kell felvinni. Erre a célra a BME-MTAI-ban egy VASKUT szabdalom alapján készült RASPRINT nyomdagép szolgál. A gyakorlatban a 2,5 mm átmérőjű körökből álló hálózatot vált be. Az egyes eljárások abban közösek, hogy különböző deforációs utakat (történeteket) valósíta-



9. ábra



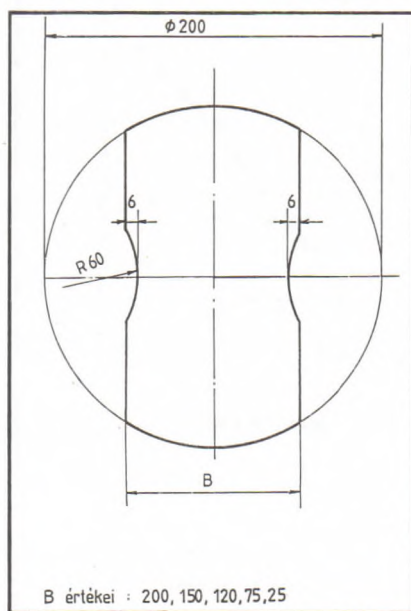
10. ábra



11. ábra



12. ábra



13. ábra



14. ábra

nak meg, melyeket a kör alakú jelek optikai megfigyelésével, és a kör ellipszissé torzulásának számszerűsítésével lehet jellemezni. Az eljárások a különböző deformációs utak létrehozásának módjában, és az értelmezési tartományban térnek el egymástól. Az eljárásokban többnyire az a

közös, hogy a mechanikai terhelést azonos módon valósítják meg, és a deformáció történetek különbözőségét különböző alakú próbatestek alkalmazásával érik el.

A legegyszerűbb módszer a bemetszett szakítópróba alkalmazása. A bevált próbatest alakok a 8. ábrán láthatók. Egy felhálózott és elszakított próbatest fényképe látható a 9. ábrán. Az instabilitási és törési deformációk meghatározásához a deformált ellipszisek b nagy és a kisátmérőjét mérőmikroszkópon kell lemérni, és ezekből számíthatók az $\epsilon_1 = \ln(b/d)$ és $\epsilon_2 = \ln(a/d)$ főalakváltozások. A módszer hátránya, hogy csak a $-1/2 \leq \alpha \leq 0$ tartományban használható. A határgörbe jobboldalára ($0 < \alpha \leq 1$) eső történetek előállítása speciális készülékezést igényel. Az $\alpha = 1$ -nek megfelelő kétenyegű húzást a hidraulikus buborékpróbbával lehet előállítani. A készülék elve a BME-MTAI-ban megépített különlegesen nagy méretű, tehát a vastagabb lemezek vizsgálatára is alkalmas berendezés fényképe a 10. ábrán, míg egy repedésig alakított lemezpróbatess a 11. ábrán látható. A $-1/2 \leq \alpha \leq 1$ tartományt átfogni a Nakazima - próba [9] alkalmazásával lehet. A készülék fényképe a 12., az alkalmazott próbatestek rajza a 13. ábrán láthatók. Egy jellegzetes, deformált próbatestet mutat a 14. ábra. A próba lényegében a nyújtó-hajlítást illetve nyújtó-húzást szimulálja attól függően, hogy az átmérőjéhez viszonyítva milyen széles a próba-

test. A kísérleti eszköz lényegében egy félgömb alakú húzóbéllyegből, és a megfelelő húzóbordákkal ellátott húzógyűrű-ráncgátló együttesből áll. A készülék sajtológépen vagy univerzális szakítógépen egyaránt alkalmazható. A repedés megjelenését szimuláló elméleti modellel számított

határgörbe jó egyezést mutatott a Nakazima próbával elvégzett ellenőrző mérésekkel. A méréseknél egy a BME-MTAI-ban készült olyan továbbfejlesztett Nakazima készüléket használtunk, amely a lemez síkjára merőleges nyomás szuperponálására is alkalmas. Kísérleti eredményeink egyben igazolták a lemezanyagokra vonatkozó azon elvet, miszerint a feszültségi állapotoknak a nyomás irányába való eltolásával a fémek anyagok alakíthatósága növelhető.

ÖSSZEFOGLALÁS

A fentiekben bemutatott azokat az elméleti és kísérleti módszereket, melyekkel a lemezanyagokat olyan módon lehet minősíteni, hogy a vizsgálatokból nyerhető mérőszámok a technológiai tervezőrendszerbe közvetlenül, számszerűen behelyettesíthetők, de alkalmasak az egyes anyagok egymással való összehasonlítására is. Egyben bemutatott azokat a vizsgálati módszereket és eszközöket, melyek az ilyen feladatok megoldására a Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológia és Anyagszerkezettani Intézetében rendelkezésre állnak.

911 017 006

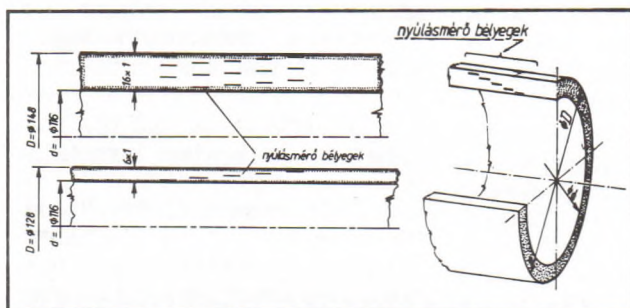
IRODALOMJEGYZÉK

- [1] HILL, R.: The Mathematical Theory of Plasticity. Ch. XII. The Oxford Univ. Press. 1950. p. 317-340.
- [2] HILL, R.: Math. Proc. Cambridge Phil. Soc. 85 (1979) p. 179.
- [3] WATTS, A. B.-FORD, H.: Proc. Inst. Mech. Eng. 169 (1955) p. 1141-1150.
- [4] SWIFT, H. W.: Int. Journ. Mech. Phys. Solids 1 (1952) p. 1-18.
- [5] HILL, R.: Int. Journ. Mech. Phys. Solids 1 (1952) p. 19-30.
- [6] MARCINIAK, Z.-KUCZYNSKI K.: Int. J. Mech. Sci. 9. (1967) p. 609-620.
- [7] ZIAJA GY.: Felületükön nyomott lemezek alakítási határállapotjának meghatározása. in: III. Képlékenyalakítási Szeminárium. Győr. 1985. jún. 12-14. p. 653-670.
- [8] CSUMADIN, A. SZ.-JERSOV, V. I.-ZIAJA GY.: Kuznyecsno Stampovocnoe Proizvodstvo 1990. 9. p. 21-24.
- [9] NAKAZIMA K.-KIKUMA T.-HASUKO K.: Yamata Techn. Rep. No. 264. (1968) p. 517-530.
- [10] BARATA DA ROCHA A.-JALINIER, J. M.: The development of strain gradients in sheet metal forming processes. In: Plastic Instability. Proc. Int. Symp. on Plastic Instability. Paris, 9-13. sept. 1985. p. 35-57.

Maradó feszültségek mérése beágyazott nyúlásmérő bélyegekkel szálerősítésű műanyag csövekben

Dr. Tama J. Tamás*

A szálerősítésű műanyagok elterjedésével bővül a termékprofil és egyre több olyan termék gyártására van igény, amelyek speciális területen kerülnek alkalmazásra. Ezekkel szemben magasak a minőségi követelmények. A szálerősítésű műanyag csövek maradó feszültségeinek vizsgálatát a fokozott minőségi igények tették szükségessé.



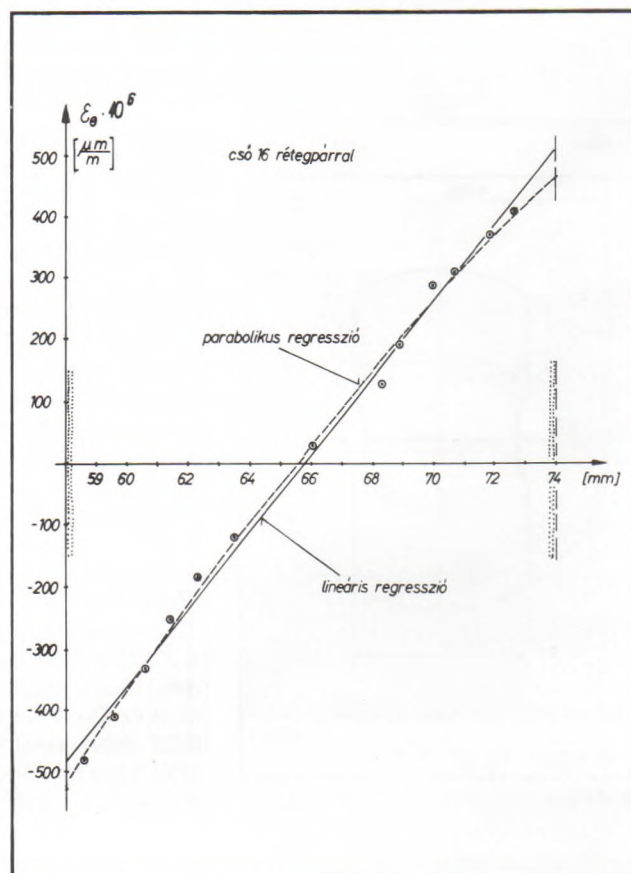
1. ábra A szálerősítésű műanyag cső falába beágyazott nyúlásmérő bélyegek elrendezése $D/d = 1,28$ és $D/d = 1,1$ esetén

Szélsőséges esetekben a gyártás utolsó fázisában a gyártott csövek gyűrű irányban meg is repedhetnek. Ezt a gyártáskor keletkező megnövekedett maradó feszültségek okozzák.

Ahhoz, hogy a maradó feszültségek értékét minimális – illetve a terhelés szempontjából legkedvezőbb – értéken lehessen tartani, mindenképp ismerni kell a csőfal pontos maradó feszültségállapotát.

A maradó feszültségek mérésének lehetőségei

Tudott, hogy egy test deformációjakor benne a test anyagától és a deformáció mértékétől függő feszültségállapot alakul ki. A testben ébredő feszültségek megváltoztatják a szerkezet fizikai állapotát. Ennek megfelelően a feszültségek mérésére alkalmas eljárások két csoportra oszthatók. Deformációt és fizikai állapotot mérő módszerekre. A fizikai állapot mérésén



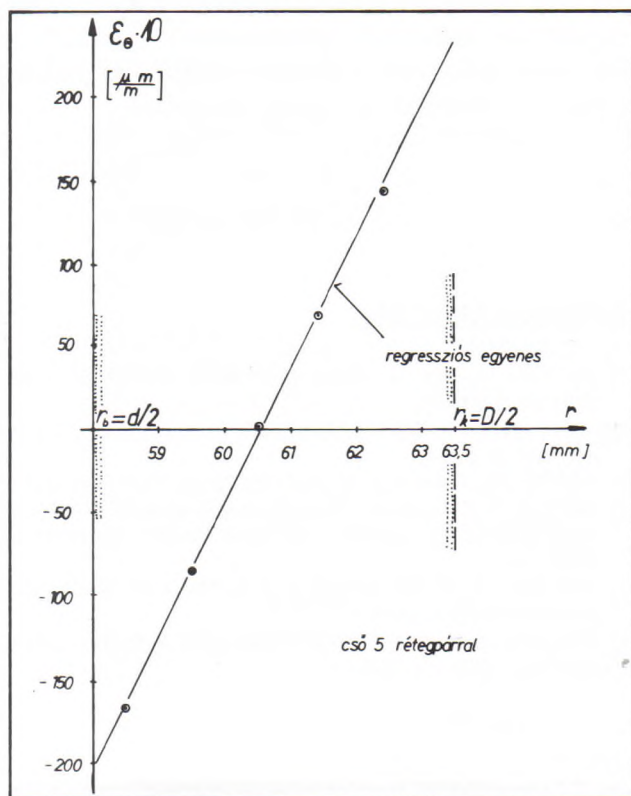
2. ábra Az egyes rétegekben mért tangenciális irányú nyúlások $D/d = 1,28$ esetén. A berajzolt pontok a mért értékeket jelentik. A nyúlás eloszlását a mért pontokra fektetett egyenessel, ill. parabolával közelítettük a regressziószámítás szabályai szerint.

alapuló módszerek, (optikai, ultrahangos, röntgen stb.) nem alkalmazható esetünkben eredményesen, hiszen a szálerősített műanyagok optikailag nem átlátszók, nem mágnesezhetők, nem kristályos szerkezetűek, és erősen inhomogének.

A deformációt mérő eljárások közös jellemzője az, hogy belső feszültségek egyensúlyának megbontásával egy új egyensúlyi helyzetet hozunk létre. A bekövetkező feszültségrelaxáció alakváltozással jár, és a létrejött deformációból következtethetünk a relaxálódott feszültség nagyságára.

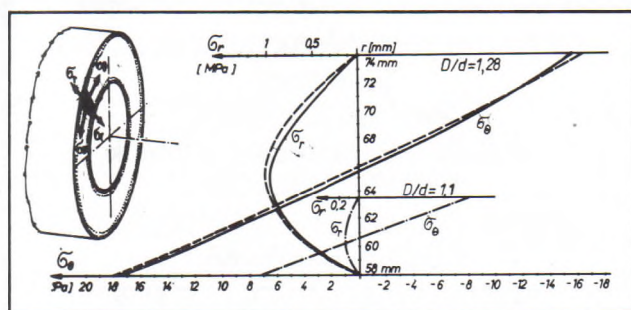
*BME, Textiltechnológia és Könnyűipari Tanszék

Az ezen elvet felhasználó eljárások általunk alkalmazható körét erősen leszűkíti az a tény, hogy esetünkben egy cső falában működő maradó feszültségek meghatározása a feladat, mégpedig úgy, hogy kicsi feszültségek sugármenti megoszlása is viszonylag nagy pontossággal meghatározható legyen. Erre a feladatra gyakorlatilag két módszer alkalmazható biztonságosan.



3. ábra Tangenciális irányú nyúlások az egyes rétegekben $D/d = 1,1$ esetén. A berajzolt mért pontok igen jól egy regressziós egyenesen fekszenek.

A felhasításos és a lemunkálós eljárás. Lemunkáláskor (csövek esetében esztergálás) az egyes fogásvételek hatására bekövetkező alakváltozást a megmunkált felülettel szemkötti felületen mérik és a test



4. ábra A maradó feszültségeloszlás gyűrűirányú (σ_θ) és sugárirányú (σ_r) összetevője $D/d = 1,28$ (teljes és szaggatott vonallal kihúzva) és $D/d = 1,1$ (eredményvonallal kihúzva) átmérőarányok esetén. A vastagabb falú cső esetén a teljes vonallal kihúzott görbék 2. ábra szerinti lineáris, a szaggatott vonallal kihúzottak a parabolikus közelítésre vonatkoznak.

teljes feszültségállapota meghatározható vele. Pontos vizsgálati módszernek tekinthető, de elvégzése nem egyszerű, sok a hibalehetőség. A vizsgálati eredményt nagymértékben befolyásolja a megmunkálás pontossága, megmunkáláskor nagyon szűk méret (átmérő és ovalitás) tűréstartományt kell tartani. Szálerősített műanyagok lemunkálásakor nem megvalósítható az egyes rétegek pontos leválasztása, elkerülhetetlen a szálváz átvágása. Ennek az a következménye, hogy a felület különböző pontjain különböző nyúlások mérhetők, s az eltérések a falvastagság csökkenésével növekednek. Az erősített műanyagok rossz hővezető képessége miatt különös gondot kell fordítani a megmunkálási hő elvezetésére és kompenzációjára. A vizsgálatnál figyelemmel kell lenni a kúszási és relaxációs jellemzőkre is.

Ismeretes, hogy felhasításos vizsgálatnál a csőfalat egy alkotója mentén felhasítjuk, és az ezzel szembeni alkotó mentén, a külső és belső palástfelületre ragasztott nyúlásmérő bélyegekkel mérjük a bekövetkező alakváltozást. A mért alakváltozásokból következtetni lehet a relaxálódott feszültség nagyságára. Akkor, ha felhasításkor nem csak a külső és belső palástfelület, hanem a szálerősítésű műanyag csőfal minden egyes rétegének alakváltozási állapota ismert lenne, a csőfal maradó feszültségeit rétegenként fel lehetne térképezni. További problémát jelent az is az egyszerű felhasításos vizsgálatnál, hogy a felhasított csőfal sík-görbe rúd-ként viselkedik, így az egyes rétegekben nem tud teljes mértékű feszültségrelaxáció végbemenni.

Akkor, ha a cső falába rétegekként nyúlásmérő bélyegeket ágyazunk be, lehetségessé válik az anyag belsejében bekövetkező alakváltozások mérése is. Ha a cső falából kivágjuk a nyúlásmérő bélyegeket tartalmazó kis elemi csőpalást darabot, az egyes rétegek nagyobb mérvű feszültségrelaxációja megy végbe és ebben mérve a rétegek alakváltozását, pontosabb becslés adható a maradó feszültségekre.

A maradó feszültségek meghatározása

A vizsgálatokat ipari körülmények között, tekercselő technológiával, sorozatban gyártott csöveken végeztük el úgy, hogy gyártás közben az egyes rétegek közé nyúlásmérő bélyegeket lettek beágyazva. A vizsgált cső üvegszál erősítésű epoxi gyantából készült.

A nyúlásmérő bélyegeket szálerősített műanyagba történő beágyazásakor számos probléma merülhet fel a mérés megbízhatóságával kapcsolatban. Például a

kompozit rossz hővezető képessége miatt a mérőáram okozta hő nehezebben tud elvezetődni, mint a felületre ragasztott bélyeg esetén. Bár a vizsgált csőnél mind az üveg, mind az epoxi gyanta jó villamos szigetelő, az esetleges söntölő hatást nem lehet figyelmen kívül hagyni. Ezért szükség volt a nyúlásmérő bélyegek előzetes speciális hitelesítésére, amely a vizsgálandó tekercselt cső struktúrájával azonos struktúrájú sík laminált lemezben történt. A vizsgálat azt mutatta, hogy az üvegszál erősítésű epoxiba ágyazott nyúlásmérő bélyegek viselkedése rövid idejű vizsgálatoknál azonos a felületre ragasztott bélyegek viselkedésével. A nyúlásmérő bélyegek termékbe történő beágyazásakor különös gondot kellett fordítani arra, hogy a nyúlásmérő bélyegek és azok kivezetései a lehető legkisebb mértékben zavarják meg a kompozit szerkezetét. Ezért a bélyegeket a cső egy alkotója mentén osztott elrendeléssel ágyaztam be és a nyúlásmérő bélyegek kivezetéseinek 80 μm átmérőjű rézhuzalt használtam. A nyúlásmérő bélyegek 90°-os rozetták voltak és tangenciális-axiális irányban lettek beágyazva. Egy vékony és egy vastagfalú csőnél az elrendezés vázlata az 1. ábrán látható.

A mérés két lépésben történt. Az első lépésben a cső a nyúlásmérő bélyegekkel szembeni alkotója mentén lett felhasítva. A második lépésben a felhasított csőből kivágott, nyúlásmérő bélyegeket tartalmazó keskeny kis hasámban lett meghatározva az egyes rétegek további alakváltozása. Az egyes rétegek teljes tangenciális irányú alakváltozása egy vékony és egy vastagfalú csőnél a 2. és a 3. ábrán látható. A csőfalban a nyúlásmérő bélyegek pontos pozíciója a hasáb utólagos kettévágásával határozható meg. Az egyes rétegekben mért nyúlásokból a csőfal radiális és tangenciális irányú maradó feszültségei már meghatározhatók. A vizsgált csövek esetében ezek a 4. ábrán láthatók. A vizsgálat eredményeiből látható, hogy különösen a vastagfalú csöveknél a nagyobb szilárdság, megbízhatóság érdekében és a szélsőséges esetekben bekövetkező gyártáskori károsodások elkerülése végett szükséges lehet a maradó feszültségek kialakulásának körülményeit és szabályozhatóságukat megvizsgálni.

Összefoglalás

A vizsgált csövekkel azonos módon gyártott csövekben a maradó feszültségek a leesztérgálós vizsgálatnál is meg lettek határozva. A két különböző módon meghatározott feszültségek jó egyezést mutattak. Mivel

a módosított felhasításos vizsgálatot egyszerűbben lehet elvégezni a lemunkálásosnál és pontosabb, megbízhatóbb képet ad az egyes rétegekben levő maradó feszültségek nagyságáról, ezért különösen a maradó feszültségek szabályozhatóságának vizsgálatánál célszerű ezt az eljárást alkalmazni.

Az eljárás további előnye az is, hogy az ily módon preparált, sorozatban gyártott termékeken a felhasítást megelőzően különböző igénybevételek (mechanikai terhelések, hőkezelés, időtartam vizsgálatok) hatása is nyomon követhető az anyag belsejében.

911 022 007

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] KATAOKA, K.-DOI, O.; SATO MICHINIRO: Bulletin of JSME 1986. 26. p. 248.
- [2] PORTNOV, G. G.-SZPRIBZANSZ, JN. B.: Mechanika polimerov. 1971. 2. p. 361.
- [3] NOYAN, I. C.-COHEN, F. B.: Residual Stress. New York 1987.
- [4] TAMA J. T.: Tekercselt kompozit csövek gyártásból fakadó belső feszültségállapotának elemzése: Doktori disszertáció, 1989.
- [5] VARUSKIN, E. M.-POLJAKOV, V. I.-LAPIN, J. A.: Mechanika polimerov 1972. 1. p. 75.
- [6] PORTNOV, G. G.-GORJUSKIN, V. A.-TILJUK, A. G.: Mechanika polimerov 1969. 3. p. 505.



KÖZMŰ ÉS MÉLYÉPÍTŐ VÁLLALAT KÖZPONTI LABORATÓRIUM

a minőségellenőrzés alábbi területein
vállalja megrendeléseik gyors és pontos
teljesítését

IPARI RADIOGRÁFIA

acél és KPE hegesztési varratok

BETONTECHNOLÓGIA

adalék, cement és betonvizsgálatok

TALAJMECHANIKA

szemeloszlás, proktor, izotópos

tömörségmérés

Kérjen részletes tájékoztatást!

Budapest, XVIII. Lakatos u. 61-63.

Telefon: 157-1311, 178-6373, 178-7106

Telex: 22-6517

DECENT TRAVEL AGENCY

H - 1126 Budapest, Kakukk u. 4/b

Tel: 00-36-1-/156-3943

Idegenforgalmi, Kereskedelmi és Szolgáltató amerikai-magyar Bt. ajánlata

Vadonatúj 14 + 1 személyes Ford Transit L. autóbusszaival
egyének és csoportok utaztatása Európába illetve Magyarországon

Vendégeinek – kényelmes

Parnereinek – gyors

Munkatársainak – rugalmas

egyéni igényekhez alkalmazkodó

UTAZTATÁSÁT

SZAKMAI PROGRAMOK

SZABADIDŐ PROGRAMOK

EGYÉB PROGRAMOK

szervezését és színvonalas lebonyolítását bízva ránk!

Gondoskodunk:

- » szálláshelyéről (luxushoteltől camping-ig)
- » repülő- és menetjegyeinek beszerzéséről
- » biztosításáról

egyszóval MINDENRŐL, ami utazását gondtalanná teszi

Megtakarítjuk:

- » idejét
- » energiáját
- » fölösleges költségeit

Cserébe:

magas színvonalú

- » VIP igényeket is kielégítő szolgáltatásokat nyújtunk
 - » idegennyelvű tolmácsolással (fordítással)
- méltányos áron

A személyautók nyugat-európai kényelmét biztosító luxus kisbusz mentesíti Önt a
vezetés fáradalmaitól – az egyéni illetve kiscsoportos utazás pedig teljes
önállóságot (rugalmasságot) biztosít a Megrendelőnek.

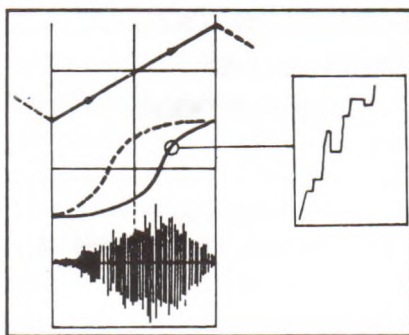
Budapesti, bel- és külföldi szakmai programok, hétközi- és hétvégi tanulmányutak
kivitelezésében nagy tapasztalattal rendelkezünk.

Ferromágneses anyagok vizsgálata Barkhausen-zaj mérésével

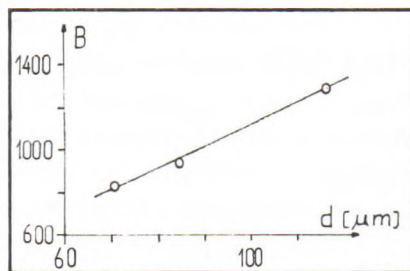
Posgay György*

A Barkhausen-zaj

Az iparban használt fémek jelentős része ferromágneses. A ferromág-

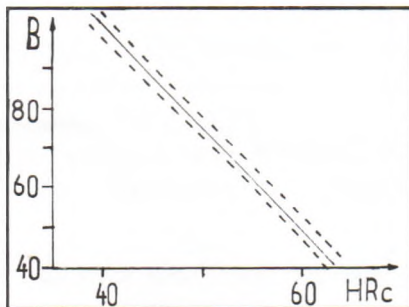


1. ábra Barkhausen-ugrások a mágneses hiszterézisgörbén.



2. ábra Az átlagos szemcseméret (d) és a Barkhausen-zaj (B) közötti összefüggés kis széntartalmú acélnál [2]

neses anyagok mágneses szerkezetére olyan tartományok, úgynevezett domének jellemzők, amelyekben az atomi mágnesezettsé-



3. ábra K1 anyagú eszterga vezetőlécek keménység – zaj összefüggése. Szórásmerző 200 minta vizsgálatából.

gek iránya azonos. A mágnesezettség változása a domének közötti több száz atomi távolságon, a doménfalban történik. Változó mágneses térbe helyezett ferromágneses anyag mágnesezettségét hiszterézisgörbe írja le. A mágnesezettség növekedése kezdetben a kedvezően irányított domének térfogatának növekedéséből adódik. A folyamat a doménfalak reverzibilis, majd irreverzibilis mozgásának eredménye.

A doménfal energiája a mágneses térnek nem monoton függvénye, ezért ez a mozgás nem folyamatos, hanem ugrásszerű.

Emiatt a mágnesezettség növekedése sem folyamatos, a hiszterézisgörbe nagyon sok kis lépcsőből áll. Ez a mágnesezettség változása a vizsgált anyag körül elhelyezett tekercsben feszültségugrásokat indukál, ez lényegében a mágneses Barkhausen-zaj (1. ábra). Keletkezésének alapvetően két oka lehet: az anyag ideális szerkezettől való eltérése és/vagy mechanikai feszültség.

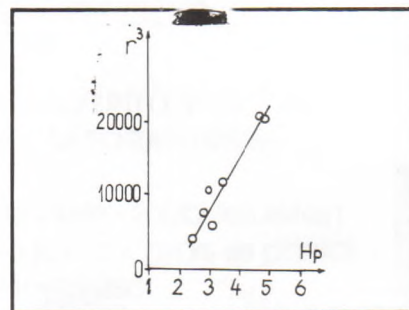
Az első esetben szennyezők, zárványok kötik meg a doménfalat, amely növekvő térerősség hatására ezekről mintegy lepattan. A második esetben a mechanikai és mágneses állapot között kapcsolatot teremtő magnetostríkciónak együtthatója nem nulla.

Ezekben az úgynevezett magnetostríktív anyagokban a mágneses Barkhausen-zajjal együtt akusztikus vagy mechanikai Barkhausen-zaj is keletkezik. Ezek a zajok nemcsak változó mágneses térrel kelthetők, hanem változó mechanikai feszültséggel is, például rezgetéssel. A gyakorlat szempontjából a mágnesesen keltett mágneses Barkhausen-zaj mérése érdekes. A tovább-

biakban ezért csak ezzel az effektussal foglalkozunk.

A Barkhausen-zaj mérése

A Barkhausen-zaj mérő berendezések mérőfejből és az azt meghajtó illetve a jeleket feldolgozó központi egységből állnak. A mérőfejben gerjesztő tekercs kelt kis frekvenciájú változó mágneses teret, és egy detektor érzékeli az anyagban keletkező Barkhausen ugrások indukálta zajt. Elektronika gondoskodik arról, hogy kisebb légrések esetén (0,1...1 mm) a gerjesztő tér nagysága illetve a detektált jel ne függjön a mérőfej és az anyag közötti légréstől. A detektált jel kiválasztott frekvencia tartományának erősítése után valamilyen jellemző értékét – általában átlagértékét – jelenítik meg. A mérőfejek az adott feladathoz alakíthatók ki; a detektor felülete 1 mm²-től néhányszor 10 mm²-ig terjedhet. Statikus mérés mellett le-



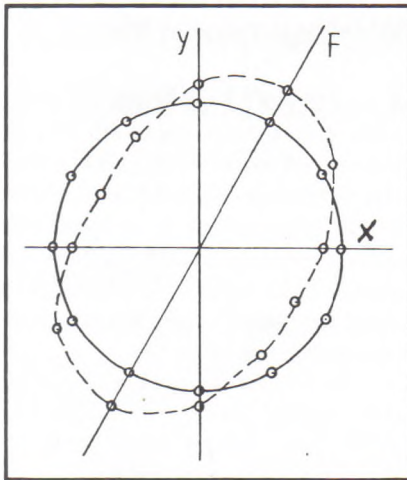
4. ábra Gömbgrafitos öntöttvas átlagos grafitmérete (r^3) és Barkhausen spektrumának jellemzője (H_p) közötti összefüggés [5].

hetőség van maximum néhány m/s sebességgel végzett dinamikus mérésre is.

Mikroszerkezet vizsgálata

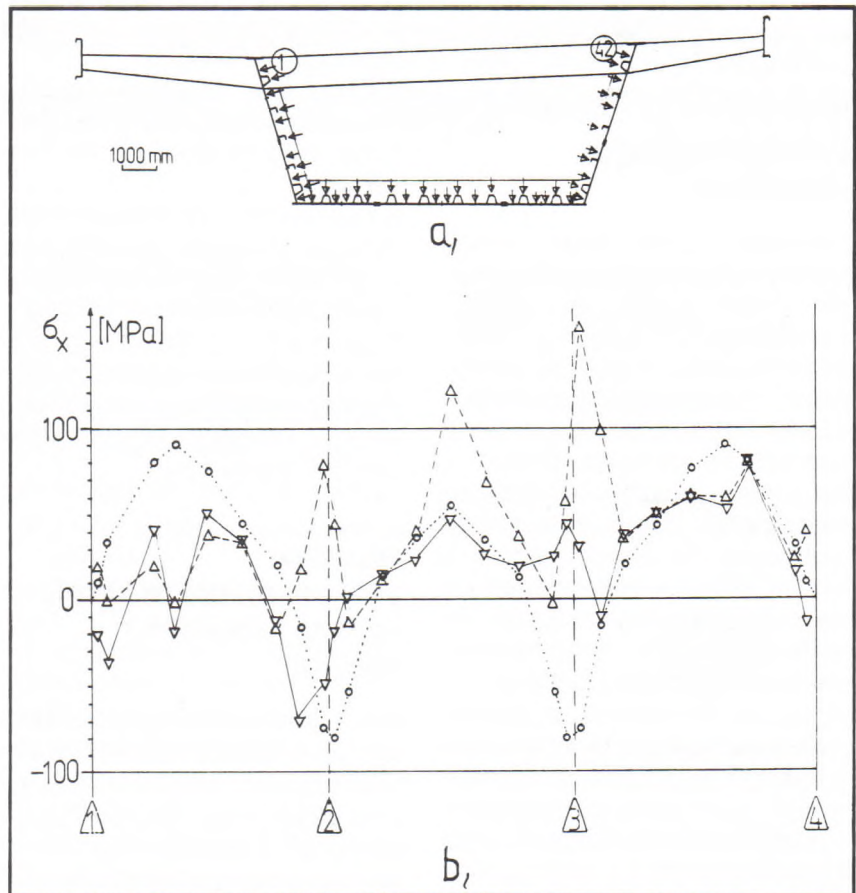
Az eltérő mágneses tulajdonságokkal rendelkező szövetek (ferrit, per-

*Metalelektronika Kft.

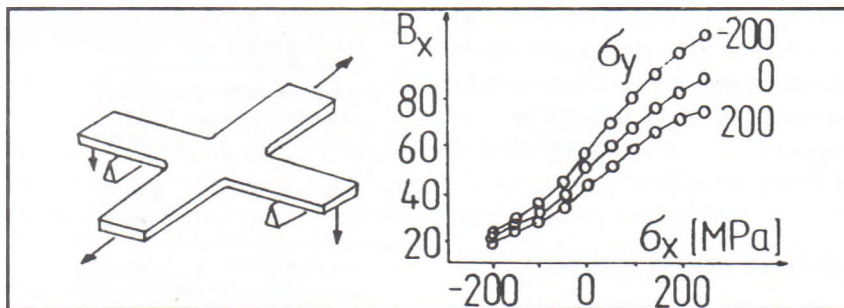


5. ábra A zaj irányfüggése homogén, izotróp anyagnál feszültségmentes (folyamatos vonal) és F irányú húzófeszültség állapotában.

lit stb. [1]), a domének méretét befolyásoló átlagos szemcseméret [2] (2. ábra), a doménfalakat megkötő hibák és kiválások (karbidok, diszlokációk stb.) [3] mind befolyásolják a zajt. Ezért a zaj mérésével ezek a jellemzők vagy hatásuk (pl. keménység) vizsgálhatóvá válnak. Az iparban a keménység mérése a leggyakoribb minősítés. Sok esetben azonban a hagyományos eszközök nem alkalmazhatók, pél-



7. ábra Az MO autópálya Budafok – Csepel hídjának keresztmetszete mérési pontokkal (a). A budafoki ártéri híd fenékszerkezetének bordáin (Δ) és lemezein (∇) mért hosszirányú feszültségek, valamint a tervező által számított feszültség (o) a híd építési, ideiglenes sarukon kiemelt fázisában [6].



6. ábra Biaxiális feszültség állapot keltése próbatesten; összefüggés az x irányú zaj és feszültség között különböző nagyságú, y irányú feszültségek mellett (kalibrációs görbesereg).

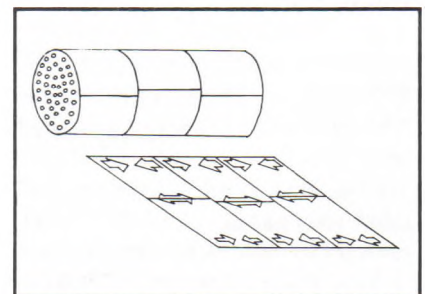
dál bonyolult geometriájú daraboknál vagy roncsolásmentes vizsgálatot igénylő felületi minőségű késztermékeknél. A Barkhausen-zaj mérésével számos esetben megoldható ez a probléma. A 3. ábrán eszterga vezetőlécz finomra köszörült kész állapotában végzett összehasonlító vizsgálat eredménye látható. A zaj mérésével a keménység meghatározása már

köszörülés előtt is elvégezhetővé vált.

A mérési eljárás eredményesen alkalmazható a keménység mélységi változásának meghatározására is [4].

Az öntöttvasak minősítésében a grafitalak ismerete fontos. Japán vizsgálatok eredményei szerint a zaj mérése erre is felhasználható (4. ábra) [5].

Az eddig említett vizsgálatok mind stabil mikroszerkezetre vonatkoztak. A mérési eljárás azonban alkalmazható fázisátalakulások megfigyelésére is. Természetesen ehhez speciális, magas hőmérsékletet is elviselő mérőfej szükséges. Kísérletek folynak atomerőművi anyagok sugárkárosodásának vizsgálatára is. A sugárkárosodás olyan mikroszerkezet változás, mely a Barkhausen-zaj nagyságát és jel-



8. ábra Hőcserélő tartály palástján a csövek behesztésének hatására fellépő feszültségváltozások.

lemzőit már kis dózis esetén is befolyásolja.

Feszültségállapot vizsgálata**

Homogén, izotróp anyag bármely pontjában bármilyen irányú gerjesztés mellett azonos zaj mérhető. Húzófeszültség hatására a feszültség irányában megnő, rá merőlegesen csökken, míg nyomófeszültség hatására a feszültség irányában csökken a zaj (5. ábra).

Ez az alapja a zaj – feszültség kalibrálásnak. Ennek több módja lehetséges. Új konstrukciónál a szerkezethez használt anyagból készült próbatesten kéttengelyű feszültségi állapotban meghatározható a zaj feszültség függése (6. ábra). Ezután a szerkezet bármely pontjában két egymásra merőleges irányban végzett mérés eredményéből számítással meghatározható a síkbeli főfeszültségek nagyságai és irányai.

Abban az esetben, ha nem áll rendelkezésre próbatest, a vizsgálandó szerkezeti elemen ismert feszültségváltozás keltésével lehet meghatározni a kalibrációs görbét. A zaj feszültség függése általában az anyagok folyáshatáráig reverzibilis. Ahol szerkezeti változás következett be, pl. hegesztések hőzónájában, hőkezeléssel modellezett próbatestet lehet használni. A Barkhausen-zaj frekvencia tartományának megválasztásával határozható meg a kívánt vizsgálati mélység (0,1...1 mm).

Miután a Barkhausen-zaj a mindenkori feszültségállapottal függ össze, ezért alkalmazható gyártási maradófeszültségek, hegesztési – szerelési szerkezeti feszültségek (7. ábra) mérése [6]. Ugyanazon pontokban végzett ismételt mérésekkel alkalmas technológiai folyamatok okozta feszültség változások vizsgálatára éppúgy, mint feszültségcsökkentő eljárások ellenőrzésére. A feszültség változások jellegének vagy a feszültségmaximumok he-

lyének meghatározása kalibrálást sem igényel (8. ábra).

Kvázisztatikus feszültségváltozások felhelyezett mérőfejekkel, többcsatornás vagy multiplex módon vizsgálhatók.

A Barkhausen-zaj frekvencia spektrumának vizsgálata lehetővé teszi a síkbeli feszültség állapot mélységi változásainak vizsgálatát is néhány tized mm-ig. Ez felületalakító eljárások (köszörülés, görgőzés, lézeres vagy elektronsugaras átolvasztás stb.) hatásának tanulmányozására ad lehetőséget.

Fáradás: változó mikroszerkezet, változó feszültség állapot

A vizsgálati eljárás legtöbbet ígérő területe a fáradási folyamat, a várható élettartam meghatározása. Fizikai alapja, hogy egy adott igénybevételnek leginkább megfelelő alaktrész jellemző mikroszerkezettel és maradófeszültséggel rendelkezik. Újkori állapotukban végzett mérések ezért összefüggnek várható élettartamukkal, míg a fáradás folyamata a végbemenő szerkezet- és feszültségváltozások miatt válik mérhetővé [7]. A General Electric a mérési eljárást közel két évtizede alkalmazza turbinalapátok és egyéb repülőgéppalkatrészek minősítésére [8].

Összefoglaló helyett

A vizsgálati eljárás egy a sok roncsolásmentes módszer közül. Bár a jelenséget a század elején ismerték fel Barkhausen, ipari alkalmazásáról csak a 70-es évektől beszélhetünk. Jelentősége elsősorban a (maradó) feszültség mérésben nőtt meg, ahol más roncsolásmentes eljárásokhoz (mágneses anizotrópia mérés, ultrahang sebesség mérés stb.) képest több előnyös tulajdonsággal bír. S egyre több helyen ismerik fel, hogy a késztermék (maradó) feszültség állapotának ismerete a terhelhetőség ismeretét is jelenti...

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki mindazon kollégáknak, gyakorló mérnököknek és kutatóknak, akik a mérési feltételek biztosításával, problémák felvetésével és a megoldásukhoz nyújtott segítségükkel az elmúlt évek során hozzájárultak a vizsgálati eljárás alkalmazási területének szélesítéséhez.

911 026 008

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] SÄYDÄKANGAS, S.: Statistical properties of magnetization discontinuities in technical steels. IEEE Trans. Mag. Vol. MAG-10, No. 1 (1974) pp. 39-43.
- [2] RANJAN, R. et al.: Grain size measurement using magnetic and acoustic Barkhausen noise. J. Appl. Phys. Vol. 61/8 (1987) pp. 3199-3201
- [3] KAMEDA, J. et al.: Nondestructive evaluation of steels using acoustic and magnetic Barkhausen signal – I. Effect of carbide precipitation and hardness. Acta Metall. Vol. 35, No.7 (1987) pp. 1515-1526.
- [4] DEGNER, W.: The determination of microhardness and residual stress of machined ferromagnetic components by using the Barkhausen effect. CIRP Ann. 29 (1980) No.1. pp. 403-408.
- [5] FURUYA, Y. et al.: Material evaluation of spheroidal graphite cast iron by magnetic Barkhausen noise analysis. J. Japan Inst. Metals, Vol. 52, No. 3 (1988), pp. 267-271.
- [6] POSGAY, G. et al.: Examination of residual stresses in welded structures by measuring Barkhausen noise. ÖIAZ, Vol 135 No. 7-8. (1990) pp. 363-366.
- [7] KARJALAINEN, L. P. et al.: Detection of plastic deformation during fatigue of mild steel by the measurement of Barkhausen noise. NDT International Vol. 12 No. 2 (1979), pp. 51-57.
- [8] BARTON, J. R. et al.: Residual stresses in gas turbine engine components from Barkhausen noise analysis. Transactions of the ASME 74, GT-51 (1974).

** Az eljárás alkalmazása körültekintő hitelesítést igényel (a szerkesztő)

Keménypolietilén csövek hegesztett kötéseinek komplex minőségellenőrzése

Dr. Horváth Iván*

Bevezetés

A keménypolietilén (KPE) műanyag-csövek a gáz-, víz- és csatornarendszerek kiépítésében világszerte – így hazánkban is – kiszorították a hagyományos csőanyagokat, mert előnyös tulajdonságaik erre alkalmassá tették. A KPE kiválóan hegeszthető, s a helyes technológiával hegesztett kötések szilárdsági és élettartambeli tulajdonságai megegyeznek – esetenként jobbak – a varrat nélküli csőszakasz tulajdonságaival.

A hazai cső- és idomgyártási körülmények, a laza technológiai fegyelem, a sokféle és különféle minőségű hegesztőgép-park, azok karbantartási foka, s nem utolsósorban a hegesztők szakmai felkészültsége indokolta a hegesztett kötések komplex minőségellenőrzési rendszerének kidolgozását és bevezetését. Az Építésügyi Minőségellenőrző Intézet 1984. évben közreadta az ÉMISZ 297 sz. (Műanyagcsövek és idomok hegesztett kötései. Általános műszaki követelmények) és az ÉMISZ 298 sz. (Műanyagcsövek és idomok hegesztett kötéseinek vizsgálata) szabványokat, melyek megteremtették egyfelől az Ipari Technológiai Utasítás (Keménypolietilén anyagú földbe fektetett gázelosztó vezeték építése) kiadását, másfelől a komplex minőségi rendszer kidolgozhatóságát, bevezethetőségét.

A komplex minőségellenőrzési rendszer láncszemei

A komplex minőségellenőrzés:

- a tervezés, technológiai utasítás-készítés,
- a kivitelezés megkezdése előtti,
- a kivitelezés közbeni,
- a kivitelezést követő munkálatokra tagozódik.

A minőségellenőrzési lánc kiterjed:

- a tervnek, a technológiai utasításnak,
- a kivitelezés adottságainak (cső, idom, hegesztőgép, hegesztő)
- a próbahegesztésnek,
- az elkészült varratoknak,
- a kész csőszakaszoknak, csővezetékeknek

felülbírálatára, ellenőrzésére, minősítésére.

A többszörösen kipróbált, bevált, de széleskörben még el nem terjedt teljeskörű ellenőrzés a következő láncszemekből tevődik össze:

- a cső, idom (mérete, épsége, elvátozása stb.)
- a hegesztőgép, eszköz (teljessége, funkcionális alkalmassága)
- a próbahegesztési varrat (vizuális, röntgen, makrometszet, hajlítópróba vizsgálata)
- a varratok (vizuális, röntgen, ultrahang vizsgálata)
- a vezeték (vizuális, tömörségi és szilárdsági) nyomáspróba vizsgálata)
- a dokumentáció (az engedélyezési és megvalósulási terv, a konkrét technológiai utasítás, a hegesztési napló és varratképek, a varratminősítő jegyzőkönyvek, a hegesztőgép alkalmassági bizonyítványa, a hegesztő bizonyítványa)

megfelelősége.

Fentiekben részletezett komplex ellenőrzés néhány pontját az érvényben levő előírások (pl. ITU, OBF) rögzítik (pl. gázvezetéknel 100%-os vizuális vizsgálat, tompavarratok szűrőpróba-szerű röntgen vagy ultrahang vizsgálata, hatósági nyomáspróba), azonban néhány láncszem a komplex rendszerből csak néhány fontos kivitelezésnél, ill. néhány jól felkészült kivitelezőnél valósul meg.

A továbbiakban a sok fontos láncszemből csupán a próbahegesztést taglaljuk részletesen.

A próbahegesztés szükségessége

Próbahegesztés készítése és ellenőrzése szükséges:

- új anyagból készült cső, idom sorozatgyártása előtt,
- új típusú hegesztőgép, eszköz munkábaállítása előtt, felújítását követően,
- hegesztőképzés során,
- új vezeték-kiépítés beindítását megelőzően,
- hegesztők kondíciójának elbírálása-kor,
- hegesztőgépek hibáinak feltárására,
- hegesztéstechnológiai előírás véglegesítéséhez.

A korszerű és jónévű cső, idom, ill. hegesztőgép gyártó cégek csak akkor forgalmazzák termékeiket, ha annak megfelelőségéről kísérleti úton megbizonyosodtak. A hazai gyakorlat – a legtöbb esetben – ennek megfelelően történik.

A hegesztőképzésben – elsősorban a „minősített” hegesztők vizsgáztatásánál – már megkövetelt a próbahegesztés végrehajtása minden hegesztési módszer (tompá-tokos-elektrofitting hegesztés) esetére, sőt a kondícióvizsgák során is kell próbahegesztést végezni.

A vezeték-kiépítést megelőzően, a hegesztőgépek hibáinak feltárására (pl. nagyjavítás előtt) azonban – tisztelet a kivételnek – nem hajtanak végre próbahegesztést.

Próbahegesztés a vezetéképítést megelőzően

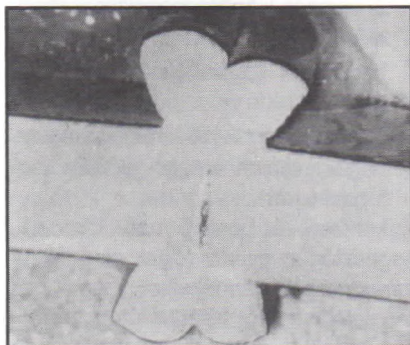
Az elmúlt évek igazolták, hogy a vezetéképítés megkezdése előtt szükséges a próbahegesztés végrehajtása, ill. a próbahegesztett varrat ellenőrzése, mert:

- a csövek, idomok minősége változó,

*Építésügyi Minőségellenőrző Intézet

- a hegesztőgépek karbantartási foka nem megfelelő színvonalú,
- a hegesztők szakismerete, gyakorlata, összeszokottsága hiányos,
- nem veszik figyelembe a környezeti adottságokat,
- csak próbahegesztéssel lehet a kivitelezéshez konkrét hegesztéstechnológiai utasítást készíteni.

A kivitelezés megkezdése előtt, amikor a csövek, idomok, a hegesztőgépek, a hegesztők, irányítók és ellenőrök személyei, a környezeti körülmények ismertek és adottak, el kell készíteni a hegesztéstechnológiai utasításokat (az eltérő cső és idomméreteket, a többféle hegesztőgép figyelembevételével), s azoknak megfelelőségét próbahegesztéssel kell igazolni.



1. ábra

Az eddigi gyakorlatnak megfelelően, a próbavarratokon elvégzett vizuális, röntgen, makrometszet és hajlítópórá vizsgálat (lásd ÉMISZ 298 sz. szabvány) megfelelő adatokat szolgáltat a technológiai, ill. a hegesztési körülmény elbírálására.

A makrometszeten látható varrathibák (pl. tompavarratban levő üreg-hiba – lásd 1. ábrát), ill. a technológia tökéletlenségére utaló elváltozások (pl. a tompavarrat nagy csontszélessége – lásd 2. ábrát) a körülmények alapos elemzését, a hegesztéstechnológiai utasítás megváltoztatását, ill. új próbahegesztés végzését teszik szükségessé.

A megfelelőnek (hibamentes – lásd 3. ábrát) ítélt makrometszet, valamint a varratos csőszakaszból kivágott próbapálcával elvégzett hajlítópórá igazolja egyértelműen a minőségileg kifogástalan próbavarratot, s ezen keresztül a cső, idom, hegesztőgép és hegesztéstechnológiai utasítás, valamint a munkafegyelem megfelelőségét. A próbavarratról készített radiogram etalonként szolgál a kivitelezés során



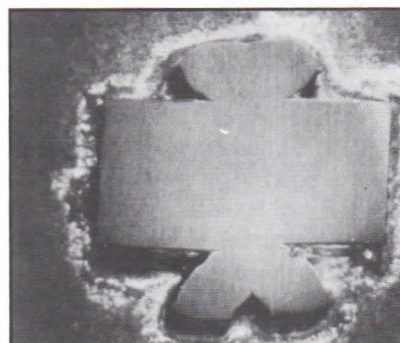
2. ábra

végrehajtott szűrőpróbaszerű ellenőrzéshez, ugyanis ha az etalon varratképe és a vezetéken levő varrat képe megegyezik, akkor – a gyakorlatban is igazoltan – a varrat szilárdsága, élettartama is megegyezik a próbavarratával.

Próbahegesztés a hegesztőgép hibáinak feltárására

A hegesztőgépek, s a technológia végrehajtásához szükséges eszközök természetes kopása, és a helytelen kezelés, szállítás, tárolás okozta meghibásodása gyakori a hazai hegesztési gyakorlatban. Ebből adódóan a gépek javításra szorulnak, amelyet az erre a célra szakosodott üzemek, vagy az üzemeltetők maguk végeznek.

A gépek felújítását azonban semmilyen hibafeltáró tesztelés nem előzi meg,



3. ábra

így az esetek túlnyomó többségében nemcsak a valóban hibás alkatrészek

felújítására, cseréjére kerül sor, hanem számos még jól működő géprész, műszer stb. lecserélését, felújítását is elvégzik, így fölösleges költségekkel terhelik a hegesztőgép tulajdonosát, s esetenként rosszabb lesz a gép felújítás után, mint annakelőtte volt.

A helyesen tervezett és végrehajtott gépfelújítás, gépjavítás előtt, a gép funkcionális alkalmassági vizsgálatával megegyező tesztelést és próbahegesztést kell elvégezni. A próbavarrat makrometszet vizsgálatával kimutatható varrathibák, jelek, elváltozások (pl. tompavarrat palásteltérése – lásd 4. ábrát) egyértelmű összefüggést mutatnak a hegesztőgép részegységeinek, alkatrészeinek, műszereinek hibáival (pl. ez esetben nem egytengelyűek a befogadópfák).



4. ábra

A tesztelést, próbahegesztést követő javítás biztosíthat csak optimális és gazdaságos felújítási, karbantartási munkát.

Összefoglalás

A komplex minőségellenőrzési rendszer széleskörű bevezetése, elterjesztése, ill. hatósági megkövetelése, előírása pozitív irányban változtathatja meg a KPE csővezetékek biztonságos kivitelezését, üzemeltetését és hibaelhárítási munkáinak gyors és szakszerű elvégezhetőségét, ezért ennek szorgalmazása elengedhetetlenül szükséges.

911 029 009

IRODALOM

- Galambosi István (szerk):
Keménypolietilén anyagú földbe fektetett gázelosztó vezeték építése (Műszaki Könyvkiadó Bp. 1986.)
- Dr. Horváth Iván: Keménypolietilén anyagú csövek hegesztett kötéseinek minőségellenőrzése (Ipari Vezetőképző Intézet Esztergom-kertváros 1986.)

Ezzel a címmel rendszeres bemutatkozási lehetőséget kívánunk adni az ország különböző részében élő kollégáinkról, munkájukról. Egy-egy munkaközösség munkakörülményeit, műszereit, eszközeit és nem utolsósorban azokat a személyeket, szakértőket, akik a naponta változó ismétlődő és mindig új feladatokra a megoldást megtalálják.

Elsőként azt a „csapatot” mutatjuk be, akik kigondolták és íme megvalósítják, vagyis kiadják az Anyagvizsgálók Lapját. Beszélgető partnereim Szappanos György (38) végzettségére nézve külkereskedő, a TESTOR igazgatója, Kecskés Péter (36) szakértő, üzletkötő és Wallner Zoltán (32) szervizmérnök. A beszélgetés egy kellemes budai villában, a TESTOR irodájában folyik, itt van egyébként a szervizük és raktáruk is.

AL: Úgy tűnik kevesen ismerik a TESTOR céget, bár a név nem cseng idegenül. Kik vagytok? Mennyi időse vállalkozás?

SzGy: Ha a név ismerősnek hat, nos akkor úgy tűnik jól választottuk, mert mindössze ez évtől hívjuk így magunkat. Előzménye a Kappa Gmk viszont a kisvállalkozások hőskorszakából datálódik (1985) amikor még a családtól „elszökve” végeztük a „keresetkiegészítők, részleges hiánypótló tevékenységet”. Keménységi összehasonlító lapokat gyártottunk – sokan úgy ismertek az „etalon Gmk”. Büszkéek is voltunk rá...

AL: És ebből hányan éltek meg?

SzGy: Maradjunk annyiban: ketten, később négyen voltunk de önmagában sem ez, sem az anyagvizsgáló gépjávitás nem tudta beindítani a rakétákat. Én akkor a MIGÉRT-nél dolgoztam, csak álmodoztam a „mázszezságról”.

AL: Hányan vagytok az eredeti csapatból?

SzGy: Ketten. A többiek belefáradtak, elmentek más irányba. Volt két Merkant évem is...

AL: Hoppá, egy ismert név. Telefonos cég, nemde?

SzGy: 1988 végén, mikor eljöttem a MIGÉRT-től, hárman megalakítottuk a Merkantot melynek több mint 2 évig igazgatója voltam. Itt a telefonforgalmazás adta a bevétel nagyobb részét (a műszer részaránya 1/3-ad volt kb. 80 millió Ft). Így mostanra megalapozott ezt a két, egyébként nem összeillő profilt szétválasztani.

AL: Végre eljutottunk a TESTOR-hoz!

SzGy: Számból vetted ki a szót! Hat év vállalkozói erőfeszítésének „egyenes szakaszához érkeztünk”. A kocsi sínén van, innen már csak nyomni kell!

AL: Szépen hangzik!

SzGy: Irónikusan értettem!

AL: Kik nyomják ezt a kocsit!

SzGy: A legelső pillanattól nálunk dolgozik Wallner Zoltán akivel még – bútor híján – hazulról hozott kempingasztalnál kezdtünk a „piac lero-hanásához”.

WZ: Az egyetem után a Fotoelektronika Automatika Szakcsoport-nál kezdtem, mint Rosemount, Valmet automatikák szervizese. Itt igen összetett a munkám. Hamar Ferenc elkezdte s én tökéletesítettem egy örvényáramos anyagvizsgáló berendezés terveit, melyet immár 2 éve gyártunk és forgalmazunk. Javítok elsősorban SPM csapágyvizsgálókat, de lényegében azt a sok mindent ami előfordul(hat).

SzGy: Ne túlozz, „csak” anyagvizsgáló műszerekről van szó! Alig néhány száz féle!

WZ: Természetesen nem nyúlok bele mindenbe, de olyan gyártók készülékeinél, akinek nincs hazai szervize „elsősegélyt” adunk.

SzGy: Zoli e mellett még az SPM és Seba Dynatronic termékek szakértője, üzletkötője is.

AL: Kecskés Péter nevét is sokan ismerik. Úgy vélem a Krautkrämer szervizszolgálat okán.

KP: Alig 14 évet húztam le a MÁV Krautkrämer szervizénél, mint vezető.

SzGy: Közben oktató volt (és most is az) a SZTÁV tanfolyamokon, a GTE ultrahangos szakbizottság tagja, ismert ultrahangológus.

AL: Innen a GTE kapcsolatot?

SzGy: Is. De én is pártoló ill „pártolt” tag vagyok ott, még Migéertes koromból. Itt köszönném meg, hogy a GTE Anyagvizsgáló Szakosztálya első hívásra az ügy mellé állt, s szakmai segítséget ad.

AL: Szórolapotokon több szakértő is meg van említve. Kik Ők?

KP: Becker István hegesztési és anyagvizsgáló szakmérnök az Energiafelügyeletől ment nyugdíjba. Közel 2 éve segíti munkánkat. Több értékes összeállítást készített. Legutóbb különféle elektromágnesek összehasonlításáról. Pető János a Zalai Kőolajipari Vállalat gyakorló anyagvizsgálója. Az olajipar speciális feladatait ismerő szaktanácsadónk, üzletkötőnk.

AL: És Rogács Zoltán kolléga? Ő is mellékfoglalkozású, ugye?

KP: Igen, természetesen. Főállásában a Rába laborvezetője, és mint ilyen, sok-sok gyakorlati feladatra tudja a megoldást.

SzGy: Meg kell jegyezni, hogy az említett műszakiak mellett még gépíró, külkeres, könyvelő segíti a vállalkozást.

AL: Hányan vagytok tulajdonképpen?

SzGy: Ez kicsit bonyolult, mert a házban levő 3 cég között „áthatások” vannak, de hárman összesen huszan vagyunk.

AL: Régi prospektusokat nézegetve látom az volt a szlogen „mindent forintért”. Ez ma már nem nagy szám!

SzGy: Önmagában nem. Ma már akárki tud importálni(?), ám mi azzal szeretnénk kiválni a mezőnyből, hogy mérő és anyagvizsgáló műszerekre szakosodva igyekszünk ehhez érteni.

KP: Természetesen a gyorsaság is fontos tényező.

WZ: A készüléket üzemben adjuk át, s kérésre a használatát betanítjuk.

SzGy: Az idő pénz, s ma már a laborvezető nem tud kit ráállítani, hogy az új berendezést megfektse, mert egyrészt nincs annyi embere sem annyi ideje. Ezért szívesen veszik ha „melegváltásban” azonnal üzembe vehetik az új berendezést.

AL: Igaz lehet, hogy ez az öt ember képes mindenhez érteni?

KP: Szó sincs róla! Ehhez keresünk olyanokat, akik az adott berendezést már használják és „egyszeri megbízással” fölkerjük őket tapasztalataik átadására.

SzGy: Ezúton is! Írjanak cikket az AL-ba, a készülékismertető rovatba!

AL: Az utolsó szó jogán mit mondanátok még el?

SzGy: Kaptunk már megbízást komplett vizsgálati labor összeállítására és szállítására, itthonról és a SZU-ból.

WZ: Engem meglepett, hogy a szerves cégek nem kívántak hirdetni az első számban.

KP: Várjuk a megrendeléseket!

AL: Sok sikert!

S. K.

Miért a minőség? Miért a minősegbiztosítás?

A MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS pénzt hoz.

Mielőtt a kész termék a vállalatot elhagyja, azt megvizsgálják. Ha hibát találnak, akkor az utólagos javítás pénzbe és időbe kerül. A MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS segít a hibát, már a gyártás folyamán, elkerülni.

A MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS biztosítja a piaci versenyképességet.

Az árral, mint az egyik legfontosabb eladási tényezővel, ma már legfeljebb a piac kis töredékét lehet megtartani. Aki a piaci részesedését megtartani, vagy növelni szeretné, annak *állandó, jó minődeget* kell nyújtania. Felmerül a kérdés, hogy a kedvező ár és a gyors szállítási határidő mennyi ideig marad a vevő emlékezetében, ha a termék a tőle elvárt teljesítményt nem képes nyújtani. A MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS segít abban, hogy az ügyfelek megbízható partnerek legyenek és maradjanak.

A MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS bizalmat teremt.

Az ügyfél *bizalma* a gyártó és a terméke iránt csak akkor tartható meg, ha a szállítási határidő és a minőség kielégíti a vevő követelményeit. Hosszú időn át nem ingadozó, folyamatosan azonos minőséget csak egy működő MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZER-rel lehet produkálni.

Termékszavatossági esetekben csak egy dokumentált MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS segít.

A termékszavatossági perek drágák és súlyosan terhelik a vállalatot. A per megnyeréséhez, ill. egy ésszerű meg egyezéshez a gyártónak *bizonyítania kell, hogy ő mindent a „technika állása” szerint végzett*, annak érdekében, hogy megelőzze a vevő, vagy egy harmadik személy megkárosítását. Ehhez okvetlenül szükséges a MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS *elvégzett és hatékony intézkedéseinek a dokumentációja*.

Hatékony MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZER nélkül nincs megrendelés.

Nyilvános piaci verseny-kiírásoknál a vállalatoknak már az ajánlati stádiumban igazolniuk kell, hogy az üzemükben nemzetközileg elismert MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZER-rel rendelkeznek. (*Minősegbiztosítási kézikönyv*)

A megrendelés végleges kiadása előtt ún. „rendszer felülvizsgálatot” (*audit*)

végeznek, annak érdekében, hogy megítélhessék az ajánlattevő „*minősegbiztosítási képességét*”

Ha a vállalatnak nincs hatékony MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZERE, akkor nem számolhat azzal, hogy a megbízást megkapja.

Nem elég vizsgálni, a vizsgálati eredményeket dokumentálni is kell!

Már nem elegendő az ügyfél által megkövetelt minőséget előállítani, még akkor sem, ha azt nemzetközileg elfogadott, és az ISO 9000-9004, vagy a magyar MI 18990-18994 szabványsorozat előírt rendszer szerint végzik. A megbízók ma már megkívánják a szerződés szerinti *dokumentált vizsgálatokat*, valamint a jegyzőkönyvezett vizsgálati eredményeket, a MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI INTÉZKEDÉSEK dokumentálása képpen.

A gyártó kezkeskedik a terméke minőségéért.

A szavatosság *rizikó csökkentése* fontos, bizonyos esetekben minden vállalat részére egzisztenciát jelentő feladat. A gyártási hibákból származó meghibásodások esetében, előfordulhat, hogy a gyártó mélyen a zsebébe kell nyúljon. Ez a veszély csak és kizárólag kifogástalan termékkel kerülhető el. Ebből a felismerésből adódik a *minőségellenőrzés kényszerűsége* a termék előállításának minden fázisában, minden üzemi területen, a marketingtől, a tervezésen-, beszerzésen-, gyártáson- stb. át végül a vevőszolgálatig.

A minőség megtanulható – ehhez az út a MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZER.

A piacot kielégítő minőség nem a véletlen terméke, hanem egy megfelelő *vállalati politika* eredménye, mely meghatározza a célkitűzést és megfelelő MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZER vezet be a vállalat minden területén.

Ennek első lépése a vállalat összes dolgozóinál a „*minőségi tudat*” kialakítása, melyet különböző oktatási módszerekkel lehet elérni. Külföldön külön oktatási és továbbképző tanfolyamok teszik lehetővé a minősegbiztosítási szakemberek és a vezetők specifikus ismereteinek megszerzését. Ilyenek:

1. negyedévenként, de legalább évenként 1-1 napos szeminárium a vállalat mindegyes dolgozója részére (*motiválás*),

2. minősegbiztosítási szakemberek kiképzése, minden fokozatban; a tanfolyamok 5x1 hetes időtartamúak,
3. továbbképző tanfolyamok kutató-, fejlesztő és konstruktőrmérnököknek,
4. szemináriumok vállalkozók, vállalatvezetők és minőségvezetők részére, a minősegbiztosítással foglalkozó munkatársak optimális vezetése érdekében
5. különleges rendezvények a minősegbiztosítással rokon szakterületek részére, éppen aktuális témákban is pl.: software minősegbiztosítása,
6. tapasztalatcserék szakmailag csoportosított, vagy regionális összejöveteleken,

Ha a vállalatnál sikerült a minőségtudatot felébreszteni, akkor kerülhet sor a MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZER kialakításának megszervezésére. A „*jól működő*” MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZERT a *minősegbiztosítási kézikönyv* dokumentálja. A nyugatra exportálni szándékozó vállalatok bizonyára találkoztak a vevők legelső kérdésével: van-e minősegbiztosítási kézikönyv? E nélkül ma már nem nagyon állnak szóba a gyártókkal.

A MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI RENDSZER működőképességét egy semleges szervnek kell majd „felülvizsgálnia, szakmai nyelven „*auditálnia*”. Sikeres auditálás után juthatnak el majd a vállalatok a végcélhoz, azaz a „*minősítéshez*” („*Certifikáláshoz*”). A cél elérése nem könnyű, átfutási ideje néhány év!, de ez az egyetlen út vezet a minőséghez, piacképességhez, az európai gazdasághoz való csatlakozáshoz, végső soron a magyar gazdaság talpraállításához.

A *kezdeményezés a vállalatok kezében kell legyen*, beleértve a Magyarországon még nem kialakult minősegbiztosítást oktató-, auditáló- és certifikáló intézmények (egyesületek), megszervezését is. A vállalatoknak kell „*akarniok*” a piacképességük megszerzését, megtartását. Ehhez szeretnénk, elsősorban külföldi tapasztalatokra támaszkodva, segítséget nyújtani lapunk „*minősegbiztosítás rovatában*”.

Köszönettel tartozunk az Osztrák Minősegbiztosítási Egyesületnek hasznos tanácsaikért.

Becker István

911 032 010

A termékfelelősség

Lehoczy György*

A közös Európa kezdetének éve 1992 lesz. Ekkor lép életbe a Közös Piac országainak megállapodása, amely lerombolja a pénzügyi és gazdasági élel határokat, megteremt a stabil piac lehetőségét. Minden ország, így Magyarország is törekedni fog a Közös Piacra jutásért és ezt a lehetőséget minden áron igyekezni kell megtartania is. Ezen a piacon csak egy úr van és lesz továbbra is: a VEVŐ. A vevő érdeketi kemény jogszabályok védik. A pénzéért ugyanis mindenki minőségi terméket, hibamentes szoltáltatást vár el és ha ez nem valósul meg, akkor a vevő a jogait mindenáron érvényesíteni fogja.

Mint a jogorvoslás eszköze Magyarországon a szavatosság, garanciális igények, kártérítés joggyakorlata működik, de jogalkotásunk nem ismeri még el a TERMÉKFELELŐSSÉG fogalmát. (Termékfelelősség = STRICT LIABILITY amerikai meghatározás)

„A termékfelelősség fogalmán a termékhiba fennállása és a termékhiba által okozati összefüggésben bekövetkezett kártérítési felelősség értendő.”

Ezt a rendszert valósítják meg az amerikai gyakorlat alapján 1992-ig a Közös Piac országai is. (85/375/EKG Brüsszel)

Mit jelent ez egyszerűbb nyelvre lefordítva az általunk talán leginkább ismert és elismert német törvényalkotásban?

„A gyártó, termékforgalmazó felelősségének illetve kártérítésének felső határa 160 millió DM személyi sérülés esetén, amennyiben nem tudja teljes körűen bizonyítani, hogy a tudomány és a technika akkori szintjén, a gyártás és ellenőrzés során kellő gondossággal, a káresemény megelőzése érdekében járt el.”

A kérdés mostanra talán többekben is, megfogalmazódott: hogyan jelenhet meg kockázat nélkül ezen az igényes, nem veszélytelen piacon? A válasz: csakis egyféleképpen, a megelőzéssel!

A megelőzés intézkedések sorozata a

- tervezés
- gyártás
- beépített anyagok megbízhatósága
- minőségellenőrzés
- a termék működésének, veszélyelhárító nyomkövetésének körében

Aki járatos a minőségbiztosításban joggal mondja, hogy ezt a megelőzést a működő minőségbiztosítási rendszer biztosítja. (DIN-ISO 9000-9004) Ezen a piacon az anyagvizsgálóknak is mindezt meg kell tenniük az ellenőrzési tevékenységük során.

Ismerni kell a tudomány, technika lejjebb színvonalát, napra készen felkészülve a termékek, szolgáltatások ellenőrzésére. Reményeink szerint ehhez folyamatosan biztosítani fogja a kellő tájékoztatást a most megjelenő „Anyagvizsgálók Lapja” is.

911 033 011

TÖBB MINT 100 ÉVE A VILLAMOSIPAR SZOLGÁLATÁBAN!

Budapesten és vidéki
szakboltjainkban
erősáramú villamossági
termékekkel állunk
rendelkezésükre!

Villamossági és Szerelési Cikkeket Értékesítő Vállalat

1117 Budapest XI.,
Galvani u. 44.
Telefon: 185-1522

*minőségbiztosítási és anyagvizsgáló szakértő
ABB-Láng Ltd.



prometheus

TISZTELT LEENDŐ PARTNERÜNK

Felajánljuk az OMH által
akkreditált gázkeverő
laboratóriumunk szolgáltatását:
másodlagos gázösszetétel
hiteles anyagminták

NO, NO₂, SO₂, CO, CO₂, C₂H₄, C₃H₈, C₄H₁₀, H₂, O₂,
széles skálájú koncentrációval, levegőben vagy nitrogénben, ± 1%-os
relatív bizonytalansággal történő gázelegyeinek elkészítése.
Felhasználási területük elsősorban gázmérő és gázelemző 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
PROMETHEUS TŰZELÉSTECHNIKAI VÁLLALAT
Egri Gábor • Telefon: 127-2018/258 mellék

Nemzetközi és európai szabványosítás az anyagvizsgálatban

Bánki Tamás*

BEVEZETÉS

A hazai gépiipari és kohászati anyagvizsgálati szabványosításban már az elmúlt években is megmutatkozott az a törekvés, hogy a kidolgozandó és korszerűsítendő magyar szabványok alapjaiként lehetőség szerint a nemzetközi ISO-előírásokat alkalmazzuk. E rendszer szerint lehetséges volt az ISO-szabványok átszerkesztéssel, továbbá szöveghű változatban való honosítása, ahol ez utóbbi megoldás lehetőséget adott a szözszerinti (idt), a legfeljebb csekély műszaki változtatásokkal (eqv) és a jelentősebb műszaki változtatásokkal (neq) végzett adaptálásra.

1990–91-ben a jelentős szemléletbeli és gazdasági változásokra való tekintettel a hazai szabványosítási tevékenységben is fokozottabban érvényesülnie kell – párhuzamosan a közös Európa-házhoz való közeledésünkkel – az európai és (ami az anyagvizsgálat terén gyakorlatilag ugyanaz) a nemzetközi szabványok előírásainak. Ezt a szemléletet tükrözi a szözszerinti honosítást képviselő MSZ ISO és MSZ EN szabványok megjelenése.

Ez az összeállítás roncsolásmentes és a mechanikai anyagvizsgálat nemzetközi (ISO) és európai (CEN) szabványosítási tevékenységét szemlélteti – a teljesség igénye nélkül – (nem szerepel pl. a törésmechanika, a hegesztési, porkohászati, öntészeti és műanyagipari anyagvizsgálat).

A konkrét hazai anyagvizsgálati szabványosítás helyzetével és újabb feladataival egy későbbi közlemény foglalkozik.

NEMZETKÖZI SZABVÁNYOSÍTÁS

Mint a hazai szakemberek előtt ismeretes, igen kiterjedt és értékes anyagvizsgálati szabványosítási tevékenység folyik a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) Műszaki Bizottságaiban (TC) és azokon belül a

megfelelő Albizottságokban (SC) a következők szerint.

1. ISO/TC 135

Roncsolásmentes anyagvizsgálat (Titkárság: GOSZT)

SC2 Titkárság: GOSZT

Felülvizsgálatok (ezen belül két munkacsoport – WG – a metallográfiai és a folyadékpenetrációs vizsgálati szabványok korszerűsítésére)

SC3 Titkárság: ANSI

Akusztikai vizsgálatok (ezen belül külön munkacsoport az ultrahangos vizsgálatokhoz szükséges ellenőrző testek szabványosítására)

SC4 Titkárság: BDS

Örvényáramú vizsgálatok

SC5 Titkárság: DIN

Sugárzásos vizsgálatok (ezen belül külön munkacsoport a termál-neutronradiográfiai előírások szabványosítására)

SC6 Titkárság: GOSZT

Tömörsegi vizsgálatok

SC7 Titkárság: SCC

A vizsgálószemélyzet minősítése

2. ISO/TC 164

A fémek mechanikai vizsgálati (Titkárság: JISC)

WG1 Titkárság: BSI

Terminológia és rajzjelek

SC1 Titkárság: AFNOR

Vizsgálatok egytengelyű igénybevétellel

SC2 Titkárság: CSN

Képlékenységi vizsgálatok

SC3 Titkárság: SIS

Keményésgvizsgálatok

SC4 Titkárság: ANSI

Szívóssági vizsgálatok

SC5 Titkárság: ANSI

Fárasztóvizsgálatok

3. A szakterület jelentősebb nemzetközi szabványai között a teljesség igénye nélkül – megemlíthetők a következők.

– Az ISO/TC 135 kidolgozásában:

ISO 3057:1974

Metallográfiai vizsgálat replikakészítéssel

ISO 3058:1974

Szemrevételezéses vizsgálat na-gyítókkal

ISO 3452:1984

ISO 3453:1984

Folyadékpenetrációs vizsgálat

ISO 3999:1977

Izotópos vizsgálókészülékek

ISO 5579:1985

Fémek radiográfiai és izotópos vizsgálatának alapszabályai

ISO 5580:1985

ISO 5655:1982

ISO 7004:1987

Radiográfiai felvételtechnikai elő-írások

– Az ISO/TC 164 kidolgozásában

ISO 146:1984

ISO 156:1982

ISO 409-1:1982

ISO 409-2:1983

ISO 410:1983

ISO 640:1984

ISO 674:1988

ISO 716:1986

ISO 726:1982

ISO 1024:1989

ISO 1079:1989

ISO 1355:1989

ISO 3738-2:1988

ISO 6506:1981

ISO 6507-1,2,3:1989

Fémek Brinell-, Rockwell- és Vickerskeményiségének meghatározása (itt nem részletezve)

ISO 376:1987

ISO 783:1989

ISO 6892:1984

ISO 7500-1:1986

Fémek szakítóvizsgálata

ISO 83:1976

ISO 148:1983

Acélok ütővizsgálata

ISO 7438:1985

ISO 7799:1985

ISO 7800:1984

ISO 7801:1984

ISO 7802:1983

ISO 8490:1986

*Magyar Szabványügyi Hivatál

ISO 8491:1986
ISO 8492:1986
ISO 8493:1986
ISO 8494:1986
ISO 8495:1986

Fém lemezek, szalagok, huzalok, csövek különböző technológiai (hajlító-, hajlítógató-, csavaró-, lapító-, mélyhúzó stb.) vizsgálatai

ISO 8496:1986
ISO 1352:1977
ISO 4965:1979

Fémek fásztóvizsgálata

EURÓPAI SZABVÁNYOSÍTÁS

1. Fontosabb eredmények a szabványosításban

1990. okt. 8-án Brüsszelben az Európai Közösségek Bizottsága kiadta az ún. Zöld Könyvet (Commissin Green Paper) az európai szabványosítás fejlesztéséről és az európai műszaki integráció meggyorsítása érdekében szükséges teendőkről – röviden a következőkre kiterjedően:

A Közösség egységes belső piaca nem egészen 900 nappal a kitűzött határidő előtt csak akkor válik realitássá, ha a szabványok európai és nem nemzetközi szinten állnak rendelkezésre. Éppen ezért sok száz európai szabvány kidolgozása van folyamatban kiegészítendő a Közösség műszaki jogszabályait, *direktíváit*, amelyek 1993. jan. 1-én lépnek hatályba.

A Zöld Könyv célja:

1. Felhívni a termékek és szolgáltatások magán- és állami szektorban működő előállítóinak és fogyasztóinak figyelmét az európai szabványosítás stratégiai jelentőségére az egységes belső piac (internal market) megvalósításában.
2. Felgyorsítani különösen azon EN-előírások kidolgozását, amelyek a termékekre vonatkozó közösségi jogszabályok érvényesítéséhez szükségesek. Az európai szabványok iránti kereslet ma még felülmúlja a kínálatot.
3. Elősegíteni az eszmecserét az európai szabványosítás tartós dinamizmusának és stabilitásának biztosításával a következő évtizedre.

Szerepel a Zöld Könyvben az európai és a nemzeti szabványügyi szervek struktúrájával, finanszírozásával, politikájával és gyakorlatával összefüggő kérdések elemzése és annak vizsgálata, milyen változtatásokra van szükség ahhoz, hogy a szabványosítás

hatékonyabban szolgálhassa a közös európai piac igényeit.

2. Az Európai Szabványügyi Szervezet (CEN) szintén Műszaki Bizottságokba (TC) illetve – azon belül – munkacsoportokba (WG) tagolódván végzi szabványosítási tevékenységét.

Az anyagvizsgálattal kapcsolatosan a következő európai szabványügyi bizottságok működnek:

- CEN/TC 138 Roncsolásmentes anyagvizsgálat, az AFNOR titkárságával, 1988 óta. Ezen belül egy-egy munkacsoport foglalkozik a radiográfiai és az ultrahangos vizsgáltok szabványosításával.
- A CEN szervezeten belül 1983 óta működik az Európai Vas- és Acélpipari Szabványosítási Bizottság, az ECIS (European Committee for Iron and Steel Standardization).

Az ECIS TC 1A (Mechanikai és fizikai vizsgálatok) és az ECIS TC1B (Roncsolásmentes anyagvizsgálat) Műszaki Bizottságok 1986 óta működnek, az AFNOR titkárságával.

3. A CEN által kidolgozott szabványdokumentumok közül a legfontosabbak:
 - európai szabvány (EN): feltétel nélkül kötelező előírások mind a 18 ország (12 EK- és 6 EFTA-tagország) számára, angol, francia és német nyelven;
 - harmonizáció dokumentum (HD): néhány nemzeti (pl. klimatikus) eltérést is tartalmazó szabványkiadvány, ugyancsak angol, francia és német nyelven;
 - előszabványok (ENV) a gyorsan fejlődő területeken (pl. információtechn., távközlés) az átfutási idő csökkentésére, angol nyelven – ezekből 2 év után lehetnek ENSzabványok.

4. A szakterület fontosabb európai szabványai és szabványtervezetei (prEN) közül említést érdemelnek a következők (1990. szept. 1-i állapot):

EN 10002-1:1990

Fémek szakítóvizsgálata. Vizsgálat szobahőmérsékleten

EN 10045-1:1990

Fémek Charpy-ütővizsgálata. V- és U-bemetszésű próbatestek vizsgálata

prEN 2002-8:1990

Fémek szemcsenagyságának meghatározása mikroszkóppal

prEN 2002-12:1990

Fémhuzalok csavaróvizsgálata

prEN 2004-2:1990

Kovácsolt és sajtol alumíniumterékek ultrahangos vizsgálata

prEN 2069-2...6:1990

Alakított acélermékek ellenőrzési és vizsgálati követelményei

prEN 2098-1...6: 1990

Titánból és hőálló ötvözetből készült alakítható terékek ellenőrzési és vizsgálati követelményei

EN 10036:1989

EN 10071:1989

EN 10136:1989

EN 10177:1989

EN 10178:1989

EN 10179:1989

EN 10181:1989

EN 10184:1989

EN 10188:1989

Vas és acél vegyvizsgálata (itt nem részletezve)

ÖSSZEFOGLALÁS

A jelenlegi és a most következő időszakban arra kell számítani, hogy a CEN szervezetén belül a Közös Európa-ház megvalósításának (1993. jan. 1.) közeledtével jelentősen fokozódik a szabványalkotói tevékenység. Ezért saját (nemzetközi európai és hazai szintű) szabványosítási tevékenységünket is intenzívebbé kell tenni – bevonva a hazai szakemberek legjobbait ebbe a munkába. Ez természetesen nemcsak az MSZH érdeke, hanem az egész hazai gazdaságé, így az érdekelt szakemberek és intézmények összefogását, erkölcsi – és egyes esetekben anyagi – támogatását igényli.

911 034 012

ANDREX gyártmányú

ipari röntgen-berendezések javítását,

karbantartását, valamint nagyfeszültségű egységek

vacuum impregnálását

vállalja szakcég.

Cím: GD. Inspektor Kft.

1904 Budapest, Váci út 202.

Tel.: 149-6570, 140-3100/1502

Hazai rendezvények

XXXIV. Textilipari Műszaki Konferencia és Intercolor Kongresszus, Budapest, 1991. jún. 4-6. Szervezi a TMTE, Bp. II., Fő u. 68. Tel.: 201-2011 (központ)

XXXIV. Magyar Színképelemző Vándorgyűlés és VII. Magyar Molekulaspektroszkópiai Konferencia, Nyíregyháza, 1991. aug. 27-30. Szervezi a GTE. Felvilágosítás: dr. Záray Gyula, tel.: 166-9888

10. Anyagvizsgáló Kongresszus, Budapest, 1991. okt. 7-11. Szervezi a GTE. Felvilágosítás: dr. Havas István, tel.: 166-6046, vagy Soltész Ildikó, tel.: 153-0749

VIII. Duna-Adria Feszültségmérő Szimpózium, Gödöllő, 1991. okt. 11-12. Szervezi a GTE. Felvilágosítás: dr. Thamm Frigyes, tel.: 166-4011/14-36

Külföldi rendezvények

Törésmechanikai Konferencia, Várna, 1991. jún. 10-14.

5. Európai Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Kongresszus és kiállítás, (ECNDT), Sarajevo, 1991. szept. 22-27.

Lásd: Decent Travel Agency csoportos utazási felhívását is!

Betonszerkezetek diagnosztikai vizsgálata, Pozsony, 1991. szept. 2-6. RILEM-IMEKO rendezvény.

Kompozitok és termékeik roncsolásmentes vizsgálata és diagnosztizálása, nemzetközi konferencia, Riga, 1991. okt. 8-12. Szervező: SSNTTD, Szovjet Roncsolásmentes Vizsgáló és Műszaki Diagnosztikai Társaság.

Csővezetékek felügyelete, 2. nemzetközi konferencia, Moszkva, 1991. okt. 14-18. Szervező: SSNTTD. Felvilágosítás az SSNTTD elnökétől, prof. V.V. Klodev, MSIA Spectrum, Moszkva, Fax: 245-5070, Telex: 411554 RUBIN SU.

Külföldi kiállítások és vásárok

Technova International, Graz, 1991. jún. 5-7.

Robot Nemzetközi Automatizációs Kiállítás, Salzburg, 1991. jún. 6-9.

Nemzetközi Vásár, Zágráb, 1991. szept. 16-22.

Nemzetközi konferenciák 1992-ben

SPT-4 Structural failure, product liability and technical insurance Bécs, 1992. július 6-9. Szervező: Doz. Dr. H. P. Rossmanith, Institute of Mechanics Technical University, Vienna, Wiedner Hauptstr. 8-10.

A-1040. Előadás bejelentése rövidkivonattal: 1991. okt. 31. A konferenciához 1992. júl. 10-én törésmechanikai szeminárium is kapcsolódik.

XII CANAS Conf. on Analytical Atomic Spectroscopy, Balatonfüred, 1992. szept. 1-5. Szervező: dr. Zimmer Károly, ELTE, 1518 Bp. Pf. 32. Tel.: 166-9888.

Előadás bejelentése: 1991. nov. 30. Internationale Europäische Konferenz über Werkstoffe für Werkzeuge, Svájc, 1992. szept. 6-9. Szervező: SVMT-Geschäftsstelle, dr.-Ing. Margarethe Hofmann, Schlossgasse 26. CH-8450 Andelfingen. Előadás bejelentése: 1991. május 15.

3th Int. Conf. on Low Cycle Fatigue and Elasto-plastic Behaviour of Materials, 1992. szept. 7-11. Berlin. Szervező: Prof. dr.-Ing. K. T. Rie, TU-Braunschweig, Bienroder Weg 53. D-3300 Braunschweig. Előadás bejelentése: 1991. okt. 31.

9th European Conference on Fracture, Reliability and structural integrity of advanced materials. Novi Sad, 1992. szept. 21-25. Szervező: Prof. Stojan Sedmak, Faculty of Technology and Metallurgy, Karadjica 4., 11000 Belgrade.

IMEKO/GESA szimpózium: Kísérleti szilárdságtan, Düsseldorf, 1992. ápr. 28-30.

DECENT TRAVEL AGENCY

H - 1126 Budapest, Kakukk u. 4/b

Tel.: 00-36-1-/156-3943

Utazást szervezünk a kétévente megrendezésre kerülő Európai Roncsolás-mentes Anyagvizsgáló Konferenciára

1991. szeptember 22-27. Sarajevo.

Ne szalassza el a lehetőséget!

Ön választhat:

- elvisszük Önt és munkatársait, kollégáit luxus Ford Transit kisbuszunkkal. Olcsóbb és kényelmesebb is mint végig vezetni.
Oda-visszaút irányára **6 000 Ft/1 fő**
- Megszervezzük szállását, étkezését, biztosítunk belépőt a kiállításra (mely a kongresszushoz kapcsolódik) és a GTE Anyagvizsgáló Központi Szakosztályával együttműködve szakember-tolmácsot biztosítunk. Négy nap, félpanzióval (a költőpénzt az ár tartalmazza) irányár **29 500 Ft + ÁFA**

Azok a kedves utasaink, akik 1991. július 1-ig megrendelik az utat és a részvételi díjat át is utalják 5% engedményt kapnak.

Várjuk szíves jelentkezésüket,
Kérjen részletes tájékoztatót!



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

