

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS

4. évfolyam
4. szám
1994.



NEMZETKÖZI SZAKKIÁLLÍTÁS ÉS SZEMINÁRIUM

1995. február 14–17.

BUDAPEST
SPORTCSARNOK



MAGYARMEDICA



MAGYARPHARMA



MAGYARDENT



MAGYAROPTICA



MAGYARREGULA

Részletes tájékoztatás: CONGRESS Kft.

1012 Budapest, Lovas út 19. • Telefon: 202-3128, 175-1872 • Fax: 155-4171

Szakmai kísérő-rendezvények a Budapest Sportcsarnokban

- 1995. február 14.** **Anyagvizsgálók Lapja fórum**
Időtartam: 10 – 16 óra
Üzem- és vegyi anyagokat tároló tartályok anyagvizsgálata, állapotellenőrzése, figyelése
Vizsgáló és ellenőrző eszközök, módszerek, jogszabályok, szolgáltatások
- 1995. február 15.** **MATE-rendezvény**
Időtartam: egynapos
Minőségbiztosítás
- 1995. február 16.** **Anyagvizsgálók Lapja fórum**
10.00 **Műszeres analitika a gyógyszeriparban és a környezetvédelemben**
Kiemelten: spektrofotometria, spektrofluorometria, infravörös spektrofotometria, kromatográfia
13.30 **Méréstechnika**
Optikai, mechatronikus, pneumatikus hossz mérő eszközök, mechanikai feszültségállapot-vizsgáló eszközök, módszerek
- 1995. február 17.** **Anyagvizsgálók Lapja fórum**
10.00 **Mechanikai anyagvizsgálatok**
Eszköz- és szoftver-újdonságok
13.30 **Roncsolásmentes vizsgálatok**
Eszközök, módszerek, különös tekintettel a hibakimutatási képességre

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Szerkesztőség:

a kiadó **TESTOR BT.** címén
Budapest XII., Törpe u. 8.

1538 Budapest, Pf. 528.

Telefon: 155-9886

Telefax: 155-2618

Felelős szerkesztő:

dr. Lehofer Kornél

A szerkesztőbizottság tagjai:

dr. Borbás Lajos

Fücsök Ferenc

dr. Havas István

Koczor Zoltán

dr. Pólos László

Szabó Sándor

dr. Tóth László

Szerkesztő:

Nagy Éva

Kiadja:

TESTOR BT.

Felelős kiadó:

Szapannos György

ügyvezető igazgató

Előfizetési díj 1995-re

(1-4 szám): 1.540,- Ft

Előfizethető közvetlenül a kiadónál, ill. postai utalványon, vagy átutalással, az EKB 219-93569/102 65701 száma. Az előfizető csekken a KÖZLEMÉNY rovatban kérjük írják be az előfizetésre vonatkozó időszakot.

Hirdetések felvétele és kéziratok leadása a TESTOR BT címén, Nagy Éva szerkesztőnél.

Nyomda:



Felelős vezető: Szabó Lajos

Szedés-tördelés: PC-Print Bt.

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

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

ISSN 1215-8410

Ankét a festékbekapcsolódásos repedésvizsgálatról

A Gépipari Tudományos Egyesület anyagvizsgáló központi szakosztálya és az Anyagvizsgálók Lapja szerkesztőbizottsága közös, a várt érdeklődéssel kísért, szeptember 22-i rendezvényén vezértémaként a festékbekapcsolódásos repedésvizsgálat érzékenysége és ellenőrzési módszerei szerepelt.

Dr. Karsai István szakosztályi elnök megnyitójában a felületi hibák, különösen a repedések veszélyességét és a felületi roncsolásmentes hibavizsgálatok jelentőségét elemezte.

Klausz Gábor, az AGMI Rt. RmV-laboratórium vezetője a módszer mai gyakorlatát összefoglaló előadásához csatlakozva *Szabó Sándor* (ÁEEF-Laboratórium) és *Kulcsár Tibor* (AGMI Rt. RmV-laboratórium) ismertette az Anyagvizsgálók Lapja szerkesztőbizottsága által kezdeményezett összehasonlító vizsgálataik eredményeit, amelyet három különböző gyártmányú, de márkajelzés nélkül átadott vizsgálorendszerrel végeztek el.

Dr. Lehofer Kornél a módszer új európai szabványának tervezetében szereplő fontosabb előírási szempontokat ismertette, míg *Fücsök Ferenc* szakbizottsági elnök a roncsolásmentes anyagvizsgáló szakemberek képzését szabályzó MSZ EN 473 szabvány (lásd Anyagvizsgálók Lapja 1994/2. szám 50. old.) életbelépésével kapcsolatos teendőkről adott tájékoztatást.

A környezetvédelmi előírások szigorodása új, környezetbarát vizsgáloresek kifejlesztésére készítette a gyártókat. Az új DIFFU-THERM jelzőfolyadékok jellemzőiről *Helmolt Klumpf* cégtulajdonos – a festékbekapcsolódásos eljárás szabadalmaztatójának a fia –, számolt be előadásában, amelyet *dr. Zolnay Gábor* (ÁEEF) szakhűen tolmácsolt. A bemutató meggyőzően szemléltette az új Diffusions-Rot BDR-L piros színű, de a természetes megvilágítást kiegészítő UV-fényben fluoreszkáló jelzőfolyadék kiváló repedéskimutató érzékenységét.

Zárszavában a szakosztály elnöke további, az egyes roncsolásmentes vizsgálati módszereket témájával választó ankétok szervezését jelentette be.

Az ankétan elhangzottakat Festékbekapcsolódásos repedésvizsgálat főcím alatt – szükség szerint szerkesztett formában – *közzöljük lapunkban*, felhasználva az előadóktól kapott kéziratokat és dokumentumokat. Ezúton is megköszönöm szakértőink önzetlen támogatását!

Az RmV-helyzetkép valós kialakításához továbbra is várjuk szakértő olvasóink aktív közreműködését.

Cselekedjünk összehangoltan társadalmunk biztonságáért!

Tisztelt Olvasóink! A kiadó Testor Bt., a szerkesztőbizottság és a magam nevében köszönöm érdeklődésüket, munkánkat segítő szakírói, hirdetői, előfizetői támogatásukat. Erre a reményeink szerint bővülő támogatásra alapozva munkálkodunk az ötödik évfolyamát kezdő Anyagvizsgálók Lapja jövő évi számain, hogy viszonzásként hasznos, tartalmas szakmai információkkal segítsük az Önök munkáját.

Kívánom, hogy erőfeszítéseik eredményeként sikeresen zárják az évet, és azt, hogy töltsék kellemesen a karácsonyt és az újévet családjuk, szeretteik és barátaik körében.

Tisztelettel:

Dr. Lehofer Kornél
felelős szerkesztő

RmV-HELYZETKÉP – NDT-REVIEW – ZfP-RUNDSCHAU**Festékbehatolásos repedésvizsgálat – Liquid penetrant testing – Eindringverfahren**

* Klausz Gábor: A festékbehatolásos vizsgálat mai gyakorlata Today's practice of the liquid penetrant testing Heutige Praxis der Eindringverfahren	99
* Dr. Lehofer Kornél (Ed.): Festékbehatolásos vizsgálórendszerek működőképességének összehasonlító vizsgálata Comparative functional investigations of the product families Vergleichen Funktionsprüfungen der Prüfmittelsysteme	100
* Helmut Klumpf: Új, környezetbarát festékbehatolásos vizsgálószerek New environment friend liquid penetrant products Neue umweltfreundliche Prüfmittel	103
* Dr. Lehofer Kornél: A prEN 571 szabványtervezetről About the standard draft of prEN 571 Über den Entwurf des prEN 571 Standard	107
Tóth Ferenc: Örvényáramú anyagvizsgálat Eddy-current testing Wirbelstromverfahren	108
Domak Gábor: Az IRIS csővizsgáló-rendszer IRIS – tube testing system IRIS – Rohrprüfungssystem	114
Dr. Borbás Lajos: Néhány gondolat az egyes keménységmérési eljárások összehasonlításáról Some comparative aspect about the different hardness test methods Einige vergleiche Gesichtspunkte über den Härteprüfungsverfahren	115
HÍREK – NEWS – NACHRICHTEN	106, 115

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – QUALITY ASSURANCE – QUALITÄTSSICHERUNG

Varga Sándorné: Oktatási szeminárium a minőségért Education seminar for the quality Unterrichtseminar für der Qualität	117
---	-----

SZÁMÍTÁSTECHNIKA – COMPUTERTECHNICS – COMPUTERTECHNIK

Dr. Krállics György, Tatár Levente, Dr. Lovas Jenő: Zömítés kísérleti és szimulációs vizsgálata Experimental and simulation investigation of the pressing Experimental- und Simulationsprüfung der Pressung	118
--	-----

SZEMLE – REVIEW – RUNDSCHAU

Dr. Tóth László: Az Európai Szerkezetintegritási Társaság konferenciája About the ESIS-conference Über der ESIS-Konferenz	121
Kovácsné Dr. Stahl Ágnes: XXII. FATI-PEC – A festékipar újdonságai About novelty of the paint industry Über den Neuheiten der Farbindustrie	122

KÖNYVISMERTETÉS – BOOK REVIEW – BUCHBESPRECHUNG**MÉRFÖLDKÖVEK – MILESTONES – MEILENSTEIN**

Dr. Vojnich Pál köszöntése – Greeting – Begrüssung	126
--	-----

ESEMÉNYNAPTÁR – CALENDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER

FESTÉKBEHATOLÁSOS REPEDÉSVIZSGÁLAT

A festékbehatolási vizsgálat mai gyakorlata

Klausz Gábor*

A festékbehatolási vizsgálat elvét ismertnek tételezzük fel. (Rövid áttekintés az Anyagvizsgálók Lapja 4. évf. 3. szám 73. oldalán olvasható.) A vizsgálat – egyszerűsége ellenére – számtalan „buktatót” hordoz magában, ha valóban korrekt eredményt, illetve adatokat akarunk szolgáltatni.

A cikkben azokat a kapcsolódási pontokat és körülményeket mutatjuk be, amelyeket a vizsgálat elvégzése során figyelembe kell venni. Ezek között kiemelkedően fontos a feladat pontos ismerete, a vizsgálószer érzékenységének ellenőrzése, illetve, természetesen, a vizsgálat céljának szabatos megfogalmazása: mi az, amit várhatunk, és mi az, amit nem várhatunk a vizsgáltól.

A vizsgálat folyamata

A festékbehatolási vizsgálat munkafázisait általában három fő részre szokták bontani:

- a felület tisztítása,
- a behatolófesték felhordása a darabra,
- az előhívás.

Ettől azonban sokkal több teendőnk akad. Talán tudjuk is valamennyit, de nézzük így összefoglalva és rendszerezve:

- a vizsgálati feladat pontos megfogalmazása,
- a vizsgálórendszer feladattól függő megválasztása,
- a vizsgálószer érzékenységének ellenőrzése,
- a vizsgálat előfeltételeinek megteremtése, azaz:
 - a vizsgálószer és a vizsgált anyag összeférhetőségének megállapítása,
 - előzetes tisztítás és felületelőkészítés,
 - a biztonsági rendszabályok betarthatóságának ellenőrzése,
- a vizsgálati alpműveletek végrehajtása:
 - tisztítás, zsírtalanítás,
 - jelzőfolyadék felvitele,
 - felesleges jelzőfolyadék eltávolítása,
 - előhívó felhordása,
 - kiértékelés,
- dokumentálás,
- a vizsgálat hatásainak megszüntetése.

A vizsgálatot befolyásoló tényezők

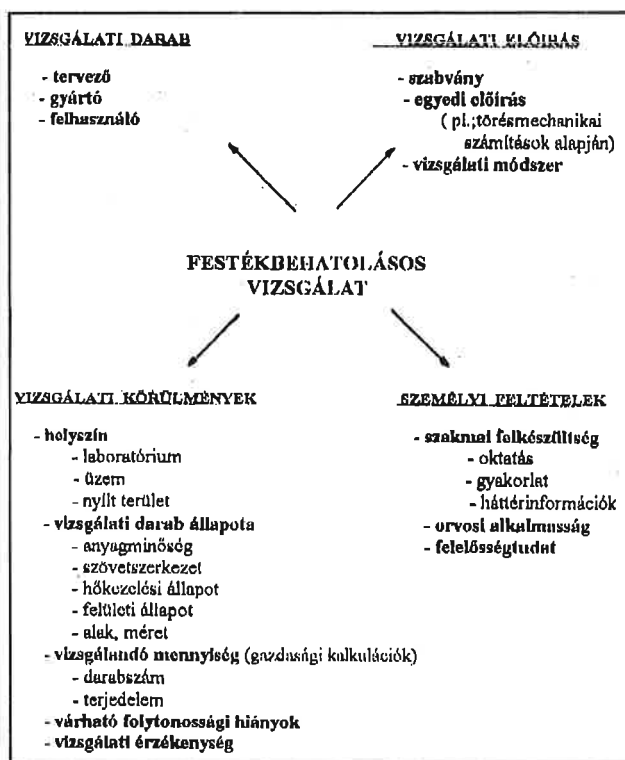
A festékbehatolási vizsgálatot befolyásoló tényezők egyik lehetséges csoportosítását az 1. ábra mutatja. Eszerint meghatározó lehet:

- maga a vizsgálati darab,
- a vizsgálati előírás,
- a vizsgálati körülmények és
- a személyi feltételek.

Külön említést érdemel a vizsgálati körülmények között szereplő vizsgálati érzékenység kérdése, azaz a hibakimutathatósággal kapcsolatos adatok ismerete. (A hibakimutathatóságra szintén a fentebb említett cikk utal.)

A vizsgálószer érzékenységének ellenőrzése

Egy vizsgálati feladat megoldásánál nem minden esetben fordítunk kellő figyelmet arra, hogy a birtokunkban lévő szerek megfelelő érzékenységéről meggyőződjünk. Sokszor rutinszerűen nyúlunk a flakonokhoz, melyeket valamilyen szempontok alapján (ár, minőség, gyártó cég, forgalmazó stb.) megvásároltunk, és már „csak” a vizsgálat elvégzésére koncentrálunk. Pedig sokszor kíváncsi átgondolni a következőket.



1. ábra. A festékbehatolási vizsgálatot befolyásoló tényezők

Mitől is függ a vizsgálati érzékenység?

- a vizsgálószer
 - minőségétől (finom, normál),
 - fajtájától (piros-fehér, fluoreszkáló),
 - tárolási módjától, idejétől.
- a darab
 - előkészítésétől,
 - hőmérsékletétől,
- a vizsgálati technológiától.

E három tényező között vannak általunk befolyásolható és nem befolyásolható szempontok. Itt most csak arra térnénk ki, ami tőlünk függetlenül befolyásolja a vizsgálati érzékenységet: a vizsgálószer minősége, illetve fajtája.

A vizsgálószer jellemzői az MSZ 7879:1986 alapján határozhatók meg, érzékenységük ellenőrzésére pedig különféle ellenőrzőtestek szolgálnak. Például az MSZ 7878:1986 szabály szerint három csoport különböztethető meg.

a) Krómmal bevont ellenőrző darab

Acél, vagy sárgaréz alapon létrehozott krómbevonatot repedések megjelenéséig kell terhelni.

b) Ötvözött alumíniumból készült ellenőrző darab

A felület repesztését a helyi felhevítést követő gyors hűtéssel érik el, (ha szükséges többször ismételve).

c) Próbaalkatrész

Ismert hibákat tartalmazó, a vizsgálandó darabbal azonos felületi szerkezetű, alakú és anyagú test.

Természetesen további próbatestek széles választéka áll még rendelkezésre az érzékenység ellenőrzésére.

* AGMI Rt. RmV-laboratórium vezetője

A hibakritériumok megfogalmazása

A hibakritériumok megfogalmazásakor ma már egyre nagyobb szerepet kapnak a törésmechanikai számítások. (ld.: pl. Anyagvizsgálók Lapja 4. évf. 3. szám 67. old.) Itt most csak egy nagyon rövid gondolat sor erejéig érintjük ezt a témát.

Egy termék a tervezése stádiumában – természetesen – még hibátlan. A gyártása, vagy felhasználása során már számolni kell az anyaghibák megjelenésével, melyekkel adott esetben együtt kell élni. Ezt az együttélést a törésmechanikai számítások alapján lehet vállalni

a megengedhető „hibák” jellege, mérete, eloszlása, gyakorisága, azaz a vizsgálati követelmények megfogalmazásával.

Kérdés, hogy a hibakimutatási lehetőségeink és a vizsgálati követelmények mennyire hozhatók szinkronba. E kérdésre általános érvényű válasz nem adható. Az állapítható meg, hogy a festékbepoláros eljárások érzékenysége többnyire kielégíti a vele szemben támasztott igényeket, de esetenként szükség lehet kiegészítő vizsgálatok elvégzésére is a hiba pontosabb leírásához.

944 099 149

Festékbepoláros vizsgálorendszerek működőképességének összehasonlító vizsgálata

Előzmények

Amint láttuk, a festékbepoláros vizsgálorendszerek működőképességének használat közbeni ellenőrzéséhez az MSZ 7878:1986 szabvány, amely az ISO 3453:1984 szabvánnyal azonos, három lehetőséget említ, de az ellenőrzőtestekre vonatkozóan nem tartalmaz pontos előírást. Így a módszert alkalmazó laboratóriumok ellenőrzési gyakorlata eltérő lehet. Ugyanakkor a befolyásoló tényezők nagy száma, elsősorban a vizsgálati körülmények miatt (1. ábra), az egyes laboratóriumok párhuzamosan több vizsgálorendszert is alkalmaznak. Megalapozott tehát a kérdés, vajon a vizsgálorendszerek használat közbeni működőképességének ellenőrzéséhez használt szabványos gyakorlati módszerek egyenértékűek-e, azaz például a használatba vétel előtt azonos módon minősítik-e a különböző vizsgálorendszerek működőképességét?

Az Anyagvizsgálók Lapja szerkesztőbizottsága ezért kezdeményezett összehasonlító vizsgálatokat. Három különböző gyártmányú, de a hazai gyakorlatban rendszeresen használatos vizsgálorendszert – egy-egy aeroszolos doboz jelző, tisztító és előhívó készítményt –

adott át az összehasonlító vizsgálatokra vállalkozó laboratóriumoknak, nevezetesen az ÁEEF-Laboratóriumnak, az AGMI Rt. RmV-laboratóriumának és a TVK műszaki felügyeleti osztálynak, (nekik már csak kétfélt, mivel az egyik időközben elfogyott). A vizsgálorendszerekhez mellékeltek a termékek jellemző adatait tartalmazó táblázatot, amelyet a gyártó cégek közlései alapján állítottak össze, (1. táblázat). Mindhárom vizsgálorendszer az ún. piros-fehér eljárásba tartozik. A szállítmányokból taláalomra kiemelt aeroszolos dobozokat anonimá tették (a festéstől, a felíratoktól megtisztították), majd kódjellel látták el, amint ez az 1. táblázatból is kiténik.

Az összehasonlító vizsgálatok eredményei

A vizsgálatokat az ÁEEF-Laboratóriumban Asztalos András végezte. Az írásban is megküldött szakvéleményét az anketon Szabó Sándor ismertette. Az AGMI Rt. RmV-laboratóriumban a vizsgálatokat Kulcsár Tibor végezte és leírt szakvéleményét ő maga ismertette. A TVK-ban Baróczy János végezte a vizsgálatot és véleményének tolmácsolására – kimentését kérve – Kulcsár Tibort kérte fel.

1. táblázat. Az összehasonlításba bevont festékbepoláros vizsgálorendszerek jellemzői

Jellemzők	C vizsgálorendszer			B vizsgálorendszer			A vizsgálorendszer		
	C1 jelző	C2 előhívó	C3 tisztító	B1 jelző	B2 előhívó	B3 tisztító	A1 jelző	A2 előhívó	A3 tisztító
Lobbanáspont °C	120	21	–	67	13	13	63	13	–
MAK-érték, ppm	–	400	1000	–	400	1000	–	–	–
Hajtógáz	CO ₂	CO ₂	–	CO ₂	PB-gáz	CO ₂	***	***	***
Éghető	–	igen	nem	–	–	igen	igen	igen	nem
Mérgező	–	–	–	nem	nem	*	nem	nem	igen
Száradás	lassú	gyors	nagyon gyors	lassú	gyors	nagyon gyors	lassú	gyors	nagyon gyors
Illat	enyhe	enyhe	semleges	enyhe	enyhe	semleges	enyhe	enyhe	semleges
Biológiai lebontható	–	–	igen	**	igen	igen	igen	igen	–
Halogén- és kénmentes, DIN 54152	igen	igen	igen	igen	igen	igen	igen	igen	igen
Σ Cl, tömeg %	–	–	–	0,01	0,02	0,0034	0,0039	0,0040	0,0001
Σ F	–	–	–	0,001	0,001	0,0001	0,0002	0,0147	0,0001
Σ S	–	–	–	0,009	0,01	0,001	0,0001	0,0102	–
Összetétel	szénhidrogén-keverék felületaktív alkotókkal	szilárd anyagok alkoholos szuszpenzió	többszörösen halogénezett szénhidrogén keverék	ásványolaj + szerves színezőanyag szuszpenzió	szervellen pigment alkohol keverék szuszpenzió	alkohol keverék	****	szervellen szilárd anyagok izopropanol szuszpenziója	halogénezett szénhidrogén-keverék

Jelölések:

– adatot nem közöltek; * izgalja a nyálkahártyát; ** vízveszélyeztető, de kezelhető; *** halogénezett és egyéb szénhidrogének keveréke, **** alifás és aromás szénhidrogén, alkilsteárat, alkilfenoloxilát és azofesték

Az ÁEEF-Laboratórium véleménye

Az A-, B- és C-jelű vizsgálórendszerek működőképességét különböző hőmérsékleten és behatolási idővel vizsgáltuk. Ehhez Tesco gyártmányú, JIS-ellenőrzőtesteket használtunk, amelyeken a felületi repedések mélységét a polírozott Ni-Cr-galvánréteg vastagsága határozza meg. Egy készlet négy darabból áll, melyeken a repedések mélysége 10, 20, 30 és 50 µm. Használat után az ellenőrzőtesteket a vizsgált rendszer tisztítószerével háromszor kezeltük.

Az egyes vizsgálórendszerek működőképességét a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A 2. táblázatból kitűnik, hogy az egyes vizsgálórendszerek működőképessége – a hőmérséklettől függetlenül – akkor optimális, ha a jelzőfolyadék behatolási idejét legalább 30 percre választjuk. Alacsony hőmérsékleten az előhívási időt növelni kell.

A vizsgálórendszerek egyes elemeinek használatával kapcsolatban a következő tapasztalatokat szereztük.

A tisztítószeresek közül az A3 és a B3 jelű kiváló, a C3 jó mosóhatású.

Az A3 jelű doboz szórófejéből a tisztítószer-aeroszol koncentrált sugárban jön, jól irányítható.

A jelzőfolyadékok közül az A1 és a C1 jelűek felületnedvesítő tulajdonsága mindhárom hőmérsékleten jó, míg a B1 jelűé, a hőmérséklet növekedésével javul, de elmarad az előzőektől.

A C1 jelű dobozból a jelzőfolyadék adagolása nehézkes, nagyon fröcsköl.

Az előhívók közül az A2 jelű kiválóan adagolható, míg a B2 és a C2 jelűekből nagyon óvatosan, vékonyan kell fújni, hogy a megfolyást elkerüljük.

Összefoglalva, az ÁEEF-Laboratórium véleménye szerint a vizsgálórendszerek működőképességének rangsora: A, B, C.

2. táblázat. A működőképesség különböző feltételek mellett

A vizsgálati hőmérséklet °C		20			0			60		
Előhívási idő, min		5			10			5		
Behatolási idő, min	Repedés-mélység, μm	Vizsgálórendszer								
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
10	10	–	–	–	nem vizsgált			nem vizsgált		
	20	+	–	–						
	30	+	+	+						
	50	+	+	+						
20	10	–	–	–	nem vizsgált			–	–	–
	20	+	–	–				+	+	+
	30	+	+	+				+	+	+
	50	+	+	+				+	+	+
30	10	+	–	–	–	–	–	+	–	–
	20	+	+	+	+	–	–	+	+	+
	30	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+
60	10	nem vizsgált			–	–	–	nem vizsgált		
	20				+	–	–			
	30				+	+	+			
	50				+	+	+			

Jelölések: + megfelelő, – nem megfelelő a repedésfelismerés

Az AGMI Rt. RmV-laboratórium véleménye

Mindhárom készlet a napjainkban szokásos, praktikus, aeroszolos kiszerelésben tartalmazza a három alapvető vizsgálóanyagot: a tisztítószer, a jelzőfolyadékot és az előhívót.

Laboratóriumunk értelemszerűen a felhasználhatóság szempontjai szerint végezte el az összehasonlító vizsgálatot.

A tisztítószeresek egyedi vizsgálata alapján azt tapasztaltuk, hogy mindhárom anyag zsiroló képessége jó, az előzőleg beolajozott lemezekről gyorsan, hatékonyan távolították el a szennyeződések, mindhárom lemosószer hatékonyan oldotta valamennyi jelzőfolyadékot. Felszáradás (lemezről) szempontjából a C3 jelű bizonyult a leggyor-

sabbnak, a B3 jelű elpárolgási idejét a kívánatosnál hosszabbnak tartjuk. A tisztítószereseket fehér papírlapra fújva, elpárolgás után egyik sem hagyott maradót nyomot.

Az A3 jelzésű lemosó használata gazdaságilag, mert szórófeje sugárban fújja az anyagot, s így túl nagy mennyiséget használ fel egy tisztítási feladatra.

Ezen megállapítások alapján, a felhasználó szempontjából a C3 jelzésűt ítéljük a legmegfelelőbb tisztítószernek.

A jelzőfolyadékok összehasonlítása során már a felhordásnál szembetűnő volt a C1 jelzésű flakonból az anyag „fékezhetetlen” áramlása. Ez a folyadék a másik kettőnél szembetűnően sűrűbb, s valószínűleg ez is okozza a rossz porlasztást. A felhordott mennyiség nehezen szabályozható, ezért fölöslegesen sok kerülhet a felületre.

A C1 jelölésű anyagot sűrűsége nem akadályozza abban, hogy az át- és felszívódási próbákban ne a legjobb eredményeket adja. Az átszívódást egy átrepedt Ø 35 mm-es köracélon vizsgáltuk úgy, hogy az egyes próbák között alapos oldószeres átmosást végeztünk. A leggyorsabbnak a C1 jelű anyag bizonyult, a B1 jelzésű közel azonos időt mutatott, az A1 jelzésű anyag átszívási ideje kb. 30 %-kal hosszabb volt. A felszívódást úgy vizsgáltuk, hogy a síklemézekre szemre azonos rétegvastagságban felhordott festékanyagra, az azonos élhosszúságú papírlapot élével ráállítottuk, és 10 perc elteltével a felszívódás magasságát összehasonlítottuk. Így is az előbbi sorrendet tapasztaltuk. Az A1 jelű anyag felszívódása közel 2/3-a volt a másik kettő által mutatott értéknek, mintegy megindokolva az előző próba eredményét.

Mindhárom anyag a vörös-fehér vizsgálatokhoz készült, ún. színezett jelzőfolyadék, de színük eltérő. Az A1 anyag színe piros, a B1 színe bordó, a C1 pedig a piros és a bordó keveréke. Kiértékelésnél a sötétebb színek kontrasztosabbak, így könnyebben értékelhető képet adnak.

Mindhárom festékanyag a saját tisztítószerével, de vízzel is könnyen, gyorsan eltávolítható a felületekről, ugyanakkor a felhordott anyag még 72 óra elteltével sem száradt ki. A B1 jelű anyag a kézre kerülve nem távolítható el még a tisztítószerével sem. Tapasztalataink alapján – a felhasználó oldaláról vizsgálva – a B1 és C1 jelzésű anyagok azonos jó tulajdonságokat mutatnak, a B1 jelzésűt csak jobb adagolhatósága miatt soroljuk előbbre.

Az előhívók tulajdonságainak vizsgálatánál kitűnt, hogy az A2 jelzésű flakon, az oldószerhez viszonyítva nagyon kevés színezőanyagot tartalmaz, de ez a tulajdonsága a felhasználás során határozottan előnyére vált. Mindhárom anyag kényelmesen felhordható, könnyen, gyorsan eltávolítható.

A leggyorsabban száradónak és legjobban fedőnek a B2 jelzésű bizonyult, már 1–2 soron felhordva egyenletes bevonatot eredményezett. Az A2 jelű anyag, valószínűleg a nagy oldószermennyiségnek köszönhetően, nagyon nehezen szárad, és legalább négy-öt rétegben kell felhordani, de ezáltal a felhordott mennyiség igen jól szabályozható, bár még így sem kapunk kellően fehér felületet.

Felhasználói szempontból a B2 jelzésűt tartjuk a legkedvezőbbnek.

Végül az egyes készletekkel a hiba kimutathatóságot vizsgáltuk meg. Erre a célra a mágnesporos vizsgálatoknál alkalmazott ellenőrzőtestet, az MTU-tárcsát használtuk. Az egyes vizsgálatoknál csak a saját készletben szereplő anyagokat használtuk, a vizsgálatok között alapos, többszörös oldószeres átmosást végeztünk. A vizsgálatokat szobahőmérsékleten hajtottuk végre, a festékbehatolásra 20 perc, az előhívásra 10 percnyi időt hagytunk.

Az A-készlet eredménye a másik kettőnél kevésbé részletdús hibátérkép lett. Rajta a rajzolatok „kövérebbek”. A B- és C-rendszerek hibakimutató képessége azonosnak ítéltető, de a színek jobb kontrasztatlása miatt a B részletdúsabb benyomást kelt.

Végő megállapításként az AGMI Rt-labor úgy ítéli meg, hogy a gyakorlati anyagvizsgálat igényeinek a B-jelzésű vizsgálatkészlet felel meg a legjobban. Az egyes összehasonlítások összegzett eredményét a 3. táblázat mutatja.

A TVK műszaki felügyeleti osztály véleménye

Összehasonlításra a B és a C vizsgálórendszereket kapták. A működőképesség vizsgálatához JIS-ellenőrzőtesteket használtak, ame-

3. táblázat. Az A, B és C vizsgálókészletek összehasonlító értékelése

Tulajdonságok	A			B			C		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
	jelző	előhívó	tisztító	jelző	előhívó	tisztító	jelző	előhívó	tisztító
zsíroló képesség			jó			jó			jó
adagolhatóság	jó	nagyon jó	rossz	jó	jó	jó	rossz	jó	jó
elpárolgási képesség			jó			rossz			jó
visszamaradó anyag			nincs			nincs			nincs
beszívódási képesség	megfelelő			jó			jó		
eltávolíthatóság	jó	jó		jó	jó		jó	jó	
száradás	jó	megfelelő		jó	jó		jó	nagyon jó	
érzékenység	megfelelő			nagyon jó			jó		
kontrasztosság		megfelelő			jó			jó	
Végző sorrend	3			1			2		

lyeken a repedések mélysége rendre 10, 20, 30 és 50 µm. A vizsgálatokat környezeti hőmérsékleten végezték. Azonos feltételek mellett a B vizsgálórendszerrel a 20 µm és ennél mélyebb repedések megbízhatóan kimutathatók voltak, míg a C vizsgálórendszerrel csak a 30 µm és az 50 µm mély repedések váltak láthatóvá. Zavarónak ítélték a C3 jelű tisztító túlzott illékonyosságát, mivel oly mértékben hűti le a vizsgálandó felületet, hogy arra pára kondenzálódik.

Összefoglalva, a TVK a két vizsgálórendszer közül a B-t ítélte jobbnak.

Következtetések

A három laboratórium véleményét egybevetve megállapítható, hogy a festékbetoolásos vizsgálórendszerek működőképessége a szabványosított, ám nem kellően körülhatárolt ellenőrzési módszerekkel kielégítő egyezéssel ítéltető meg.

Mindhárom laboratórium a B vizsgálórendszer működőképességét jobbnak ítélte a C-nél.

Am az A vizsgálórendszer megítélésében mutatkozó különbségek az ellenőrzési módszerek körülírtabb szabványosításának az igényére mutatott rá. Mégis, a működőképesség hőmérsékletfüggésének vizsgálati eredményei (2. táblázat) alapján az A vizsgálórendszer működőképessége a B rendszeréhez áll közel. Környezetvédelmi szempontból viszont az A vizsgálórendszer használatát – tekintettel a halogénezett szénhidrogén-tartalomra – ma már célszerű mellőzni. Ez vonatkozik a C3 jelű tisztítószerre is.

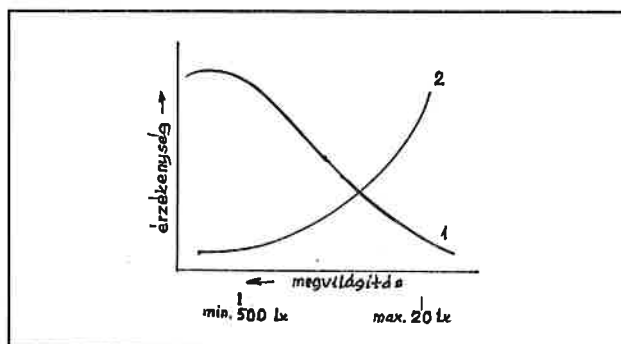
Hozzászólások

Az elhangzottak pontos értelmezésére irányuló kérdéseken túlmenően a hozzászólások a következőkben foglalhatók össze.

Dr. Karsai István: A festékbetoolásos repedésvizsgálat hibakimutató érzékenységét az értékelést végző személy szemének érzékenysége is befolyásolja. Amint ezt a 2. ábra vázlatosan szemlélteti, az egészséges emberi szem színtkontraszt érzékenysége (1) a megvilágítás csökkenésével csökken, míg a fényintenzitás-kontraszt érzékenysége (2) növekszik. A kettő metszéspontja az ún. sötét adaptációs küszöb, amelytől balra eső mező a színtkontraszton alapuló értékelés munkatartománya, míg a jobbra eső mező az intenzitás-kontraszton alapuló. Ebben a tartományban van a fekete UV-fényben való értékelés is. A megfelelő érzékenység érdekében kell az UV-lámpák teljesítményét időről időre ellenőrizni.

Harnisch József: Kapcsolódva Karsaihoz rámutatott, hogy az UV-eljárás éppen a szemünk említett érzékenységi tulajdonságát használja ki. Ezért írja elő a szabvány a megvilágítás maximális értékét, (bejelölve

a 2. ábrán). Helyszíni vizsgálatkor jobb a piros-fehér eljárással vizsgálni, mert napközben sötétet csinálni nehéz, viszont a színtkontrasztos



2. ábra. Az emberi szem érzékenysége (vázlat)

értékeléshez a minimum szükséges természetes megvilágítás adott. Ami a festékbetoolásos módszert illeti, ez a repedések kimutatására nagyon jó, de a repedés mélységi méreteinek a meghatározásához kiegészítő vizsgálatokat kell végezni.

Dr. Lehofer Kornél: Kérdésekre válaszolva ismételt hangsúlyozta, hogy a szűrőpróbaszerűen kiemelt aeroszolos dobozokból összeállított vizsgálórendszerek összehasonlító vizsgálatának a célja nem a különböző gyártmányok minősítése volt – erre az alkalmazott, az MSZ 7878:1986 szerinti módszerek nem is alkalmasak –, hanem a vizsgálórendszerek működőképességét ellenőrző módszereknek és a hazai gyakorlatnak az összehasonlítása. Ebből a szempontból a három laboratórium véleménye kielégítően egybevágott. Természetesen most már a vizsgálatba bevont vizsgálórendszerek típusjai nem titkosak (4. táblázat).

4. táblázat. Az összehasonlított vizsgálórendszerek márkajelei

Kód	A-rendszer			B-rendszer			C-rendszer		
	A1 jelző	A2 előhívó	A3 tisztító	B1 jelző	B2 előhívó	B3 tisztító	C1 jelző	C2 előhívó	C3 tisztító
Márka--	Nr.2	Nr.3	Nr.1	BDR	BEA	BRE-2	MR68	MR70	MR77
Jel	Standard-Chek			Diffu-Therm			MR-Chemie		

– ferKo –
944 100 038

Új, környezetbarát festékbephatolások vizsgálószerek

Helmut Klumpf

Vizsgálati történet

A ma használatos vizsgálati eljárások mindegyikének megvan a maga sajátos története. Igaz ez az egyik legrégebbi roncsolásmentes vizsgálatra, a folyadékbehatolások módszerére is, amely más módszereket megelőzve vált üzemi gyakorlattá, bizonyítva a felületre nyitott hibák megbízható kimutatására való alkalmasságát. Ez megalapozta a máig tartó rendszeres fejlesztésének igényét is.

A módszer fejlődéstörténetében mérőldő a festékbephatolások eljárás, amelyet *Senior Helmut Klumpf* szabadalmaztatott 1943. április 20-án *Vizsgálati eljárás munkadarabok felületre nyitott hibáinak kimutatására* címen, és amelyet a német törvényes előírásoknak megfelelően 1953. november 5-én megújítottak.

Az eljárás még szabadalmaztatásának évében üzemi gyakorlattá vált a Junkers cég Dessau-i repülőgépgyárában, amelyet bizonyít a ráknadratt üzemi vizsgálati előírások egyik itt bemutatott példánya is.

Ebben a ma már történelmi leírásban is megfogalmazták az eljárás széles körű alkalmazhatóságát. Látható, hogy első helyen a könnyűfém szerepel, de a kor alkalmazási szintjének megfelelően a felsorolásba a műanyag is belekerült. A festékdifúziósnak nevezett eljárás érzékenységről a következőket olvashatjuk: „A behatoló difúziós folyadék színezőhatása oly intenzív, hogy rövid idő után (kb. 2–3 min) még a felületre legcsekélyebb mértékben nyitott felület alatti hibák fajtája és kiterjedése is kimutatható.”

A festékbephatolások eljárás előnyeit felismerve a vizsgálatot már 1943-ban alkalmazták az üzemi karbantartásban a beépített alkatrészek állapotellenőrzéséhez.

A széles körű üzemi alkalmazás kezdeti éveiben – a 2. világháború után – a festékbephatolások eljárás fizikájára, a folyadék szűk felületi nyílásba hatolása mechanizmusának sok időt szenteltek a kutatók. Ezek eredményei az újabb és újabb készítmények kifejlesztésében hasznosultak.

Cégünk a festékdifúziós kifejezésből származtatta és az 50-es években védetté nyilvánította a DIFFU-THERM márkanévet. A diffu a latin diffundere elterjed, eloszlik jelentésű szóból eredeztethető. A therm fogalom a Thermik szóból, amely azt fejezi ki, hogy amikor a behatoló folyadék a repedésből felszívódik az előhívó rétegbe elősegíti az előhívó oldószereinek az elpárolgását és ezáltal a felület kissé lehűl.

Az előhívó oldószere a beléje szuszpendált igen nagy felületű pigment szemcsékről elpárologva az ún. ellenkapillaris hatás révén fejt ki szívóhatást a repedésbe előzetesen behatolt jelzőfolyadékokra, amely az előhívó fehér pigmentjeit a megfelelő helyen éles kontraszttal oly mértékben elszínezi, hogy a felületi hiba szemmel jól megfigyelhetővé válik. Ez mintegy 1000-szeres nagyítást jelent. A felületre száradt előhívóréteg kellő ideig ellenáll az elkenődésnek, ezért a felületi hibaképek jól értékelhetők és lefényképezve jól dokumentálhatók.

A festékbephatolások vizsgálórendszerek fejlesztési munkája a hibakimutató képesség lehetőleg javítása mellett a munka- és környezetvédelmi követelmények kielégítésére irányul.

A vizsgálórendszerek jellemzői

A jelzőfolyadékok

Az ún. piros-fehér és a fluoreszens eljárásokhoz kifejlesztett jelzőfolyadékok lehetnek

- *vízrel lemoshatóak*, amelyek vagy szénhidrogén, színezőanyag, korrózióvédő inhibitor és hálósítószer keverékei, vagy olajok, színezőanyag, inhibitor és emulgálószer keverékei; illetve
- *utólag emulgalhatóak*, amelyek olajok, színezőanyagok és inhibitor keverékei.

Ez utóbbiak a felületről oldószerezrel vagy emulgálószerrel távolíthatók el.

A jelzőfolyadékokkal szemben támasztott főkövetelmények:

- jó behatoló képesség az előírt 5 – 50°C hőmérsékleteken és meghosszabbított behatolási idő alatt 5°C-nál és még fagypontnál is alacsonyabb hőmérsékleteken;
- csekély illékonyság;
- magas lobbanáspont;
- gyenge korrózió hatás a vizsgált anyaggal szemben;
- lehetőleg jó biológiai lebonthatóság;
- könnyen eltávolítható legyen a felületről.

A közbenső tisztítószer

A közbenső tisztításhoz, azaz a felesleges jelzőfolyadék eltávolításához, ha lehetséges, vizet használunk. Egyébként pedig olyan oldószereket, amelyek gyorsan párolognak és a vizsgált anyagot nem korrrodálják. Az oldószerek lehetnek éghetőek és neméghetőek.

Az *éghető tisztítószer* alacsony lobbanáspontú (Lp) alifás szénhidrogének. Minél gyorsabban párolog, minél kisebb az ún. párolgási száma, annál alacsonyabb a lobbanáspontja.

A DIFFU-THERM tisztítószer példáján ez jól követhető:

BRE	Lp: -1°C	párolgási szám:	3,3
BRE-2	14		8,3
BRE-3	24		16,0
BRE-4	57		65,0
víz	nincs		kb. 80

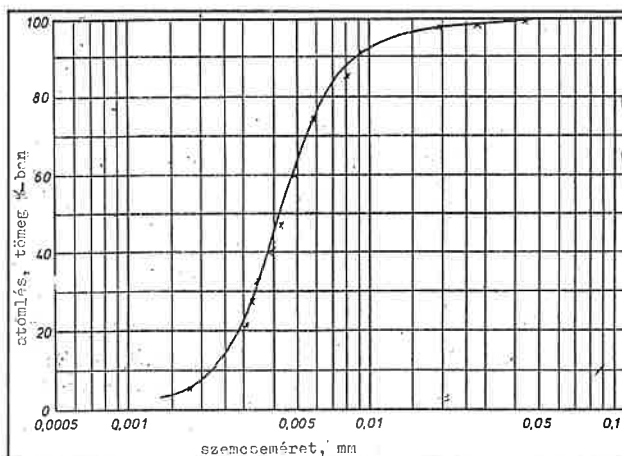
Azt, hogy adott vizsgálati feladathoz melyiket használjuk, az a munkavédelmi előírástól, elsődlegesen a lobbanáspontokra vonatkozótlól függ. A BRE-4 és a víz között nincs más tisztítószer.

A *neméghető tisztítószer* halogénezett szénhidrogének, vagy halogénezett szénhidrogének és más szénhidrogének keverékei. Ezek az anyagok CKW illetve FCKW rövidítéssel váltak ismertté. Azonban, a légkör ózonrétegére gyakorolt jelentékeny károsító hatásuk miatt már nem, vagy nem lesznek használhatóak!

Az előhívók

Az előhívók oldószere szuszpendált, igen nagy fajlagos felületű, fehér színű pigment szemcséket tartalmaznak. Ezek oldószere is lehet éghető és neméghető szénhidrogénkeverék. De a neméghető CKW illetve FCKW szénhidrogénekre vonatkozó tilalom itt is érvényes!

Vízbázisú előhívó, amelynek igen jó az érzékenysége, csak két év óta létezik. *Előnyei:* neméghető, környezetbarát, függőleges felületekről nem folyik le, hosszú időtartamú tárolás közben sem ülepedik ki a pigment és a hibakimutató érzékenysége 3–4 fokozatú a DIN 54 152 Teil 3 szerint. *Hátránya:* hosszabb a száradási ideje.



1. ábra A BEA-W előhívó pigmentjének szemcseméret-eloszlása

Junkers Flugzeug- und
Motorenwerke
Aktiengesellschaft
Flugzeugbau Dessau

Prüfanweisung Fehlstellenermittlung durch Farbdiffusion

Baumr. Nr.: allgemein
Gruppe: 11.45
Nummer: 003.1
Seitenzahl: 2 | Seite: 1

Prüfverfahren zur Ermittlung von Fehlstellen (Feinrisse, Poren, Lunkerstellen usw.) mit Oberflächenverbindung an Werkstücken aller Art.

Anwendungsmöglichkeit bei:

1. Leichtmetall
2. Stahl
3. Schwermetall
4. Kunststoff

Hilfsmittel:

1. Diffusions-Flüssigkeit (löslich)
Anlieferungszustand: gebrauchsfertig
Viskosität: Nach Hoesppler 2,2 Engler° bei 20°C.
Spez. Gew. 0,935
2. Kontrollfarbe
Sämtliche Schutzlacke für Metall und Holz können als Kontrollfarbe dienen, jedoch empfiehlt es sich, diese Schutzlacke im Farbton weiß bis hellgrau zu wählen, um eine gute Erkennung der Fehlstellen zu garantieren.
Abwischbare Kontrollfarbe kann aus: Lithopone, Zinkweiß o.ä. mit nicht trocknendem Öl und Terpentinersatz bei gleichen Mengen beider Flüssigkeiten selbst hergestellt werden.

Vorbehandlung der Werkstücke

1. Mit der Diffusions-Flüssigkeit werden die zu prüfenden Teile satt eingestrichen oder getränkt.
Kürzeste Einwirkungsdauer ca. 5 min.
2. Nach Einwirkung der Flüssigkeit (Zeitdauer unbegrenzt) sind Überreste derselben durch Sandstrahlen oder Abreiben mit Holzschwämmen zu entfernen. Geringe Diffusions-Flüssigkeitsrückstände können auch mittels einem mit Lösungsmittel (Fliegreinigungsmittel "Z" Waschbenzin, Petroleum o.ä.) getränkten Lappen abgewischt werden. Bei Schweiß- und Gussteilen ist Sandstrahlen vorteilhaft.

Prüfung

1. Die zu prüfende, von der überflüssigen Diffusions-Flüssigkeit gesäuberte Werkstück-Oberfläche ist mit Kontrollfarbe gleichmäßig und dünn mit weichem Pinsel einzustreichen.
2. Die Farbwirkung der eingedrungenen Diffusions-Flüssigkeit ist so intensiv, daß nach kurzer Zeit (ca. 2 - 3 min.) selbst unterhalb der Oberfläche liegende Fehlstellen mit kleinster Oberflächenverbindung nach ihrer Art und Größe entsprechend angezeigt werden.

Anmerkung:

Kleinere Ölrückstände an zu untersuchenden Werkstücken bringen keinerlei Nachteile für die Prüfung, da dieselben durch die Diffusions-Flüssigkeit bei nur etwas längerer Einwirkungsdauer gelöst bzw. durchdrungen werden.
Diffusions-Flüssigkeit ist säure- und alkalifrei, sodaß Werkstücke in keiner Weise durch deren Einwirkung angegriffen werden.
Eingedrungene Diffusions-Flüssigkeit wirkt außerdem korrosionsschützend, weshalb das Prüfverfahren auch bei eingebauten Werkstücken Anwendung finden kann.



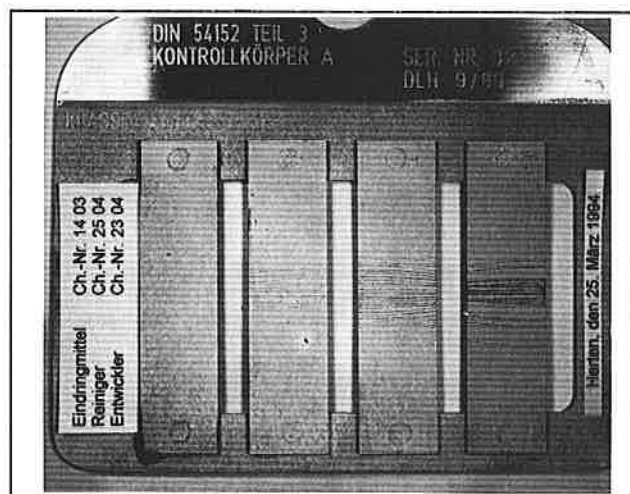
KLUMPF-PATENT
Zur Mörungsloos Prüfung

Az előhívási folyamatot szabályozó ellenkapillaritás kialakulásához az szükséges, hogy a kapillaris nyomás az előhívó rétegben nagyobb legyen mint a felületre nyitott repedésben. Ezt a fehér pigment szemcseméretének 2–10 µm között tartásával érhetjük el. A cégünk BEA-W jelzéssel gyártott vízbázisú előhívójába szuszpendált fehér pigment szemcseméret-eloszlását az 1. ábra mutatja.

A vizsgálórendszerek ellenőrzése

A vizsgálórendszerek és egyes készítményelemeinek fizikai tulajdonságait a DIN 54 152 Teil 2 és 3 előírásai szerint kell vizsgálni és ellenőrizni. Ennek három szintje van.

Mintavizsgálat. Az előírt tulajdonságok teljes körének vizsgálata és a vizsgálórendszer érzékenységének meghatározása és dokumentálása 1:1 léptékű fényképfelvétellel. Erre mutat példát, 1/2 kicsinyítésben a 2. ábra. A vizsgálatot a terméket gyártó cég végezteti egy független vizsgálóintézzettel. Ez a termék forgalomba hozatalának feltétele.



2. ábra A vizsgálórendszer érzékenységének kimutatása a DIN szabványban előírt A-jelű ellenőrzőtesttel (0,5x)

Adagvizsgálat. Az előírt tulajdonságok meghatározott körének vizsgálata a mintavizsgálat bizonylatában dokumentált minőségi jellemzők megtartása érdekében. Az adagvizsgálatot a gyártó üzemi laboratóriuma végzi.

A minta- és az adagvizsgálat keretében ellenőrzött tulajdonságok körét az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat. A minta- és az adagvizsgálat terjedelme

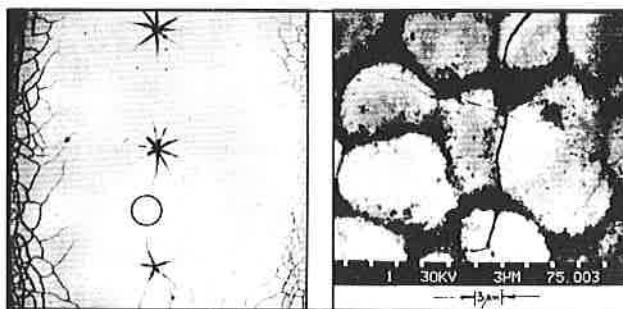
Jelzőfolyadék tulajdonságai	Minta-vizsgálat	Adag-vizsgálat
Sűrűség 20°C-on	x	x
Viszkózitás 20°C-on	x	
Szín tulajdonságok	x	
Fluoreszkálás tartóssága az UV-fénnyel szemben	x	
Ellenállás a hőmérsékletváltozással szemben	x	
Korrózió jellemzői (korrózióvizsgálat)	x	x
Korróziót okozó szennyezőtartalom, összes Cl, F, S	x	x
Közbenső tisztítószer (oldószer) tulajdonságai		
Sűrűség 20°C-on	x	x
Lobbanáspont	x	
Korrózió jellemzői (korrózióvizsgálat)	x	x
Korróziót okozó szennyezőtartalom, összes Cl, F, S	x	x
Előhívók tulajdonságai (oldószerbázisú)		
Szárazanyag szemcse-sűrűsége	x	
Szárazanyag szemcse-nagyságának eloszlása	x	
Hordozóanyag sűrűsége 20°C-on	x	x
Lobbanáspont	x	
Szárazanyag-rész	x	
Kiülepedési térfogat	x	
Korrózió jellemzői (korrózióvizsgálat)	x	x
Korróziót okozó szennyezőtartalom, összes Cl, F, S	x	x

A festékbetoolásos vizsgálórendszerrel ellenőrzött anyagok egy részét, például az ausztenites acélokat, a nikkelötvözeteket a Cl, a F és a S érzékenyíti a kristályközi korrózióra. Ezért a vizsgálószerek Cl-, F- és S-tartalmát korlátozzák. (2. táblázat)

2. táblázat

Vizsgálószerek	A megengedett korrózióelem-tartalom DIN 54 152 Teil 2 szerint, tömeg %		
	összes Cl	összes F	összes S
Jelzőfolyadékok Előhívó	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,5
Tisztítószerek CKW, FCKW adalék nélkül	≤ 0,001	≤ 0,001	≤ 0,005

A vizsgálórendszer ellenőrzése a felhasználónál. Célja a vizsgálórendszer működőképességének az ellenőrzése a DIN 54 152 Teil 3 előírásai szerint. (Hazánkban az MSZ 7878:1986 = ISO 3453:1984 szerint. A szerkesztő.) Ehhez a B-jelű ellenőrzőtestet, Kontrollkörper-B, alkalmazzák, amelynek galvanizált felületén öt, különböző kiterjedésű csillog alakú repedések vannak, (3. ábra).



3. ábra A DIN szabvány szerinti B-jelű ellenőrzőtest 1 : 1 léptékű részlete és rászter-elektronmikroszkóppal megfigyelhető felületi szerkezete

Új előírások Németországban

Az emberi tevékenység egészség- és környezetkárosító hatásainak a lehető legkisebb szintre szorítása érdekében az előírások időről időre módosulnak. Csak a német törvényhozás a TRGS-sel 614 anyagfelhasználási korlátozást hozott, többek között az azofestékekre, amelyek rákkeltő aromás aminná hasadhatnak (TRGS: Technische Regeln für Gefahrstoffe = veszélyes anyagok műszaki szabályozata). Ennek értelmében minden felhasználó köteles a más anyagokra történő átállás lehetőségeit és feltételeit úgy számba venni, hogy 1995-től a korlátozás alá vont anyagok használatáról lemondhasson.

Új DIFFU-THERM jelzőanyagok

A Helmut Klumpf cég több mint 30 éve gyártja a DIFFU-THERM festékbetoolásos vizsgálórendszereket. Ezen időszak alatt a folyamatos termékfejlesztést motiválta a környezet- és munkavédelem követelményeinek a lehető legjobb kielégítése.

Az említett anyagfelhasználási korlátozásra tekintettel **cégünk** kifejlesztette és eredményes mintavizsgálat birtokában **1995-től forgalomba hozza az új, azofesték- és ásványolajmentes, vízzel lemosható, gyengén vízveszélyeztető anyagosztályba sorolt jelzőanyagokat, mégpedig a Diffusions-Rot BDR-L és a Diffusions-Blau BDB típusjelűeket.** Az aeroszolos dobozokban a hajtógáz: propán-bután.

Az eddigi gyakorlattól eltérő kék színű **Diffusions-Blau BDB** jelzőfolyadék kiváló kontraszt-gazdag képet ad. A BRE-2 tisztítóval és a BEA előhívóval alkotott vizsgálórendszerrel szobahőmérsékleten a hibakimutató érzékenysége 3–4. fokozatú a DIN 54 152 Teil 3 szerint.

A **Diffusions-Rot BDR-L világosvörös színű és fluoreszkáló jelzőfolyadékból**, a már bevált **BEA előhívóból** és a **BRE-2 tisztítóból álló vizsgálórendszer** kiváló intenzitású, kontraszt-gazdag hibafelismerettségével tűnik ki. A DIN 54 152 Teil 3 szerint –10 és +50°C közötti

hőmérsékleteken a hibakimutató érzékenysége 4. fokozatú és még az eljegesedett felületen is 3–4. fokozatú. Az erős színintenzitás még a vastagon felvitt előhívó-rétegben is éles rajzolatú hibaképet ad (nincs kivérés).

Az új Diffusions-Rot BDR-L jelzőfolyadék sűrűsége: 0,9969 g/cm³, lobbanáspontja: 94°C és a korrózióelem-tartalma két nagyságrenddel kisebb az előírt határértékeknél, (2. táblázat), mégpedig: az összes Cl = 0,0001 tömeg %, az összes F = 0,0001 tömeg %, az összes S = 0,0034 tömeg %. (A BEA előhívó, ill. a BRE-2 tisztító jellemzőit lásd a 100. oldalon az 1. táblázat B2, ill. B3 jelű oszlopaiban.)

Vagyis az új BDR-L + BEA + BRE-2 vizsgálórendszer a legszigorúbb felhasználói követelményeket támaztó környezetben – például atomerőművek primérköri, ausztenites acélból készült berendezéseinek ellenőrzésére – is alkalmazható. Ugyanakkor a jelenleg használatos BDR jelzőfolyadékot felváltó új BDR-L ára a jelenlegiével azonos marad.

Hulladékkezelés

Még a legújabb fejlesztésű festékbepótlós vizsgálorendszerek alkalmazása is igényli a felhasználók környezetbarát magatartását, nevezetesen a keletkező szennyviz, valamint az elhasznált tisztítószerek és eszközök, a kiürült dobozok összegyűjtését és kezelését.

A közbenső tisztításnál keletkező szennyvíz aktívsezenes vagy emulzióbontó berendezésben tisztítható meg.

Az elszennyeződött oldószeres tisztítószert, illetve törlőrongyokat cél-szerű összegyűjteni és egy ezzel foglalkozó vállalkozónak átadni.

Az oldószeres tisztítószert nagyrészt elpárolog, ezért a munkahely megfelelő szellőztetéséről és a szennyezett levegő kezeléséről gondoskodni kell, például megfelelő légtechnikai berendezéssel.

Az összegyűjtött, kiürült aeroszolos dobozokat egy tűskés céleszközzel ki kell lyukasztani (nyomásmentesíteni), majd fémballákká préselve újrahasznosításra átadni.

Mindezekhez természetesen egy működő hulladékfeldolgozó ipari háttér szükséges.

Vita

Az előadást élénk kérdez-felelek vita követte, elsősorban dr. Karsai István, Szőke Csaba, dr. Réti Pál és Szabó Sándor kérdései nyomán. Ennek lényege a következőkben foglalható össze.

Az új jelzőfolyadékok ausztenites acélok vizsgálatához is alkalmazhatók, azaz nem kell kétféle készítményt raktáron tartani!

A jelzőfolyadék színére nincs szabványelőírás. A kék színnel azért próbálkoznak mert kevésbé fárasztja a vizsgáló szemét, mint a piros szín. Mivel a hibakimutató képessége jó, ezért az elterjedését a gyakorlati tapasztalatok fogják eldönteni.

Az új, környezetbarát készítményeket megkülönböztető jellel forgalmazták és bizonylatot is mellékelnek hozzá.

Az új készítmények használata közben is kell védőkesztyűt viselni.

Az új vizsgálórendszerrel az élelmiszeripari berendezések is vizsgálhatók, de a szokásos vizsgálat utáni tisztítást követően forróvízes kifőzést vagy gőzfúvatásos tisztítást is kell alkalmazni.

944 103 150

HÍREK

Az ESIS Magyar Nemzeti Bizottság terveiről

Az Európai Szerkezetintegritási Társaság, az ESIS hazai bizottsága 1994. november 7-én megtartott ülésén áttekintette a témakör hazai művelésének helyzetét, és az elmúlt időszakban sikerrel megrendezett konferenciák tapasztalatait. Megvitatták az ESIS berlini konferenciáján részt vett dr. Tóth László beszámolóját (lásd a 121. oldalon), valamint az ESIS végrehajtó bizottságának állásfoglalásait.

Mivel a bizottság vezetőinek mandátuma lejárt, ezért a bizottsági ülés napirendjén a tisztújítás is szerepelt. A bizottság tagjai elismerésüket és köszönetüket fejezték ki dr. Czoboly Ernő elnöknek és dr. Zolnay Gábor titkárnak eddigi munkájukért, majd a következő időszakra dr. Tóth Lászlót elnökké és Lenkeyné dr. Bíró Gyöngyvér titkárrá választották.

A bizottság új elnöke ismertette az 1995. évi programot, amelynek kiemelkedő eseménysorozatára áprilisban kerül sor. Miskolcra, mégpedig:

- **április 3 – 5. V. Országos Törésmechanikai Szeminárium.** amelynek vezérgondolata a szerkezetek integritásának biztosítása, témakörre pedig felölelik a repedések keletkezésének, terjedésének, a törést leíró mechanizmusoknak fizikai, anyagszerkezeti kapcsolatrendszerét. A programot szakkiállítás egészíti ki: anyagvizsgáló eszközök, értékelő szoftverek, oktatási anyagok.
- **április 6 – 7. Az ESIS TC 5 bizottsági ülés,** amelynek témája a szerkezetek dinamikus vizsgálata.
- **április 10 – 11. ESIS workshop:** bemetszett próbatestek vizsgálata. Jövőre lesz száz éve, hogy Tetmayer Lajos megalapította az Anyagvizsgálók Nemzetközi Egyesületét Zürichben. Neves hazánkfia később a bécsi műegyetemen tanított. A centenáriumi alkalmából tudományos emlékülés-sorozatot terveznek három helyszínen: Miskolcon (1995. augusztus 25.), Zürichben és Bécsben. A részletek egyeztetése még folyamatban van.

A Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete megalakulásának 100. évfordulójáról 1997-ben emlékezhetünk meg méltóan a soron következő anyagvizsgáló kongresszus keretében. Ez is összehangolt szervezést igényel.

A bizottság egyetértett az előterjesztett programmal, amelyet a hazai műszaki tudományos közélet szervezeteivel együttműködve terveznek megvalósítani.

– ferko –

A törésmechanikai szeminárium története

A törés jelenségével foglalkozó hazai szakemberek tevékenységének bemutatását szolgáló rendezvénysorozat 1981-ben indult útjára. Alapvető cél volt, hogy a jelenség

- **fizikai hátterével**
- **kontinuummechanikai modelljeivel,**
- **fémteni sajátosságával,**
- **anyagvizsgálótechnikájával és**
- **az eredmények gyakorlati felhasználásával**

foglalkozó szakembereknek olyan lehetőségeket biztosítson, amelynek keretében egyrészt saját eredményeiket ismertethessék, másrészt más munkájának megismerésével alkotó eszmecserék, viták eredményeinek felhasználásával azokat fejleszthessék.

Az első, **Aggteleken** tartott szeminárium (1981. szeptember 28–30.) a ridegtörés problémakörére koncentrált. A második, **Hajdúszoboszlón** tartott rendezvény (1984. október 29 – november 1.) a növelt hőmérsékleten bekövetkező törés sajátosságait igyekezett górcső alá venni. A harmadik szintén **Hajdúszoboszlón** rendezett szeminárium (1987. április 13–16.) fókuszában a kifáradás jelenségköré állt. A negyedik **Lillafüreden** (1991. április 10–12.) szervezett találkozó a törési sajátosságok kutatása területén elért hazai eredmények áttekintését szolgálta.

Ezen előzmények után az V. országos törésmechanikai szeminárium joggal tűzi zászlajára a **szerkezetek integritásának biztosítása** jelszót, hisz a szerkezetek üzemeltethetőségi feltételeinek kijelölésében meghatározó szerep jut mindazon ismereteknek, amelyek a rendezvénysorozat elindítását motiválták több mint 10 évvel ezelőtt. Így szükségünk van fémfizikai, fémteni, kontinuum-mechanikai, anyagvizsgáló és alkalmazástechnikai ismeretekre annak érdekében, hogy a reális terhelési feltételek, körülmények között üzemelő szerkezetek megbízhatóságáról teljes felelősséggel nyilatkozni lehessen, vállalva annak minden következményét. E témakör műszaki életünk egyik legfontosabb tevékenységi körévé válik napjainkban, hisz az üzemelő nagytérű berendezések tömegesen öregsznek, mivel ezek üzembeállítása, a nagyberuházások hazánk közelmúlt történelmének egy jól körülhatárolható periódusára estek.

Dr. Tóth László

A prEN 571 szabványtervezetről

Dr. Lehofer Kornél

A festékbekötő módszer elveire, a vizsgálórendszer és elemei jellemzőire, működőképességének ellenőrzésére vonatkozó egységes európai szabvány kidolgozása már évek óta tart az Európai Szabványügyi Bizottság CEN TC-138 műszaki bizottságában.

A szabványtervezet felépítése, a hivatalos nyelvek egyikén, a következő:

prEN 571 – NDT, Penetrant inspection

Part 1: General principles of the examination

Part 2: Characterization of products, process control test and function test

Part 3: Reference blocks

A vizsgálat általános elveivel foglalkozó 1. részt már 1992 januárjában elfogadták a CEN-ben. Németországban még ez évben életbe is léptették a DIN 54 152 Teil 1 helyett! (A DIN 54 152 Teil 2 és 3 még érvényben maradt, mivel a prEN 571-2 és 3 még nincs elfogadva.) Így az új európai előírás 1. része az MSZH-könyvtárban számunkra is hozzáférhetővé vált. Sajnos a prEN 571-2 és 3 tervezet munkapéldányai nincsenek meg a könyvtárnak! Az ezekben foglaltakról Hans-Jochem Stemmering úr előadásából szerezhetünk információkat (Euromat '94 Balatonszéplak).

A szabványtervezetből csak az ankétunk főtémája szempontjából legfontosabb részleteket emelem ki.

Az 1. rész előírásai közül tudnunk kell, hogy megváltoztatták a vizsgálórendszer és elemeinek a jelölését. Az eddigiektől eltérően a jelzőfolyadékok betűjelzése az A betűvel, (mind eddig), a közbenső tisztítószereké a H betűvel és az előhívóké a Q betűvel kezdődik.

A vizsgálórendszer betű-betű-betű-szám jelölésének a felépítése: jelzőanyag – tisztítószert – előhívó – érzékenység fokozatszáma.

Az érzékenység fokozatszáma helyére Németországban jelenleg még a DIN 54 152 Teil 3 szerint Kontrollkörper-A ellenőrzőtesttel a mintavizsgálat-eljárás során meghatározott és tanúsított fokozatszámot kell beírni! (Lásd Klumpp cikkét és 2. ábráját lapunk 105. oldalán.)

A módszer műveleteinek részletezéséből néhány kiemelés

– Vizsgálati hőmérséklet a tárgy felületi hőmérséklete.

A szabályszerű hőmérséklettartomány: +10 – 50°C

A tartomány határhőmérsékleteitől eltérő hőmérsékleteken csak az arra alkalmassá tett vizsgálószerek használhatók.

– Behatolási idő: 5–60 min és függ:

- a darab anyagától, felületi hőmérséklettől
- a várható hiba jellegétől, pl. repedés, pórus
- a behatoló anyagtól

– Megvilágítás:

- UV (A)-fényre min. 3 W/m², a láthatóra max. 20 lx
- színes eljáráshoz min. 500 lx, tükrözésmentes!

– Előhívási idő: 10–30 min

A 2. rész alapvetően a vizsgálórendszer és elemei fizikai jellemzőire és azok ellenőrzési módszereire vonatkozik, amely a minta- és adagvizsgálat alapját képezi (lásd a 105. oldalon az 1. táblázatot).

A 3. rész alapvetően a vizsgálórendszer minősítésére, érzékenységének és működőképességének ellenőrzését tárgyalja.

Az ET1 ellenőrzőtest a vizsgálórendszer minősítésére szolgál. A vele meghatározott érzékenységi fokozatszámot kell feltüntetni a készítményeken és a vizsgálórendszer már említett jelzésében.

Az ET1 ellenőrzőtest funkcióját tekintve a DIN Kontrollkörper-A javasolt megfelelője, kivételében hasonló, de részleteiben eltérő testelemekből áll.

Az ET1 ellenőrzőtest három darab, 100×35 mm méretű és 2 mm vastag saválló acélból készült hasáb, amelyeknek egyik lapfelületét különböző vastagságú Ni-Cr-galvánréteg borítja. A lapok hajlításával hozzák

létre a galvánrétegben, annak vastagságával egyező mélységű, keresztirányú repedéseket, 1. ábra.

A DIN Kontrollkörper-A és az ET1 jellemzőit összehasonlítva (az 1. és a 2. táblázat adatait), megállapítható, hogy míg a DIN ellenőrzőtest négyfokozatú és a repedések mélysége és szélessége is előírt, addig az EN javasolt ellenőrzőtest három-, illetve kétfokozatú az eljárástól függően és csak a repedés mélysége az előírt. Természetesen a repedés szélessége itt is változik, de erről csak a róluk készült fényképfelvételek adnak tájékoztatást.

Számomra visszalépésnek tűnik az EN-javaslat. Valószínű ez is oka lehet elfogadása elhúzódnának. Objektíven a kérdést csak összehasonlító vizsgálatok sorozatával lehetne eldönteni.

1. táblázat. Kontrollkörper-A – DIN 54152-3 szerint

Érzékenység fokozatszám	Repedésszélesség μm	Ni-réteg vastagsága μm
1 csekély	4	100
2 közepes	2	60
3 nagy	1	60
4 igen nagy	0,6	50
tűrés:	$\pm 20\%$	$\pm 10\%$

2. táblázat. ET1-ellenőrzőtest a prEN 571 tervezet szerint:

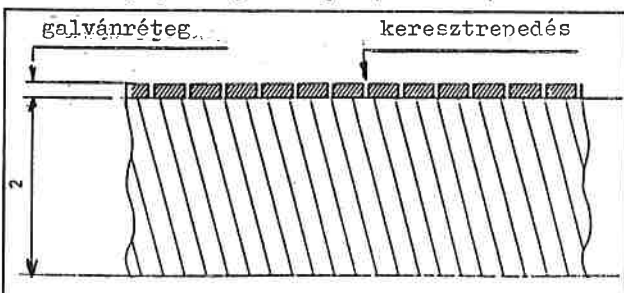
Érzékenység fokozatszám	Eljárás	
	Fluoreszcens	Színes-fehér
	A CrNi-réteg vastagsága μm	
1 normál	20	50
2 nagy	10	30
3 igen nagy	5	

Mindenesetre feltűnő, hogy a vizsgálórendszerek minősítésére szolgáló EN-javasolt ET1 ellenőrzőtest a lényegét, a galvánréteg vastagságával szabályozott repedésmélységet illetően, a 3. fokozatot kivéve, azonos a JIS ellenőrzőtestekkel, (lásd a 101. oldalon a 2. táblázatban és az ET1-re itt közölt adatokat), amelyet mindeddig csak a vizsgálórendszer működőképességének ellenőrzésére használhatunk!

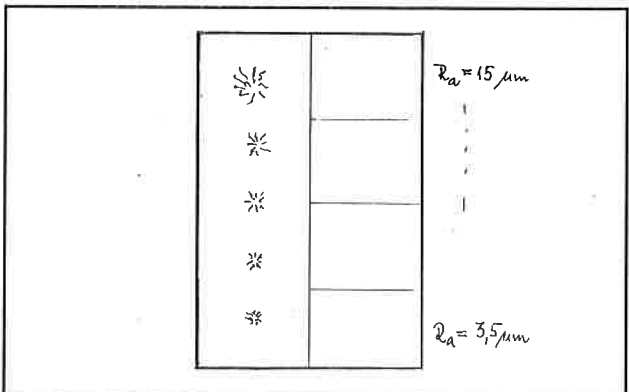
Az ET2 ellenőrzőtest a vizsgálórendszer működőképességének a felhasználó által történő ellenőrzésére szolgál. Ez lényegében megegyezik a DIN Kontrollkörper-B ellenőrzőtesttel, amelynek részleteit a 105. oldalon lévő 3. ábra szemlélteti.

A javasolt ET2 ellenőrzőtest 2,5 mm vastag, egyik lapján keménykrómozott saválló acéllemez, amelyen a hátlapja felől 5 mm átmérőjű acélgolyóval, különböző nyomóerőt alkalmazva, öt, egymástól 20 mm-re, különböző kiterjedésű csillag alakú repedéseket hoznak létre. A repedések mélysége nem, de szélessége változó. Ezek a csillag alakú repedések szolgálnak a vizsgálórendszer működőképességének az ellenőrzésére, míg a négy, eltérő felületi érdességű mező, az egyéb felhasználási tulajdonságok, például a jelzőfolyadék lemoshatóságának ellenőrzésére, (2. ábra).

944 109 038



1. ábra



2. ábra

Örvényáramú anyagvizsgálat

Tóth Ferenc

Bevezetés

A roncsolásmentes anyagvizsgálat egyik fontos és széles körben elterjedt módszere a vizsgálandó tárgyban keltet örvényáramok mérésén alapszik. Az eljárás gyors és viszonylag olcsó, alkalmas különféle alapanyagok azonosítására és szétválogatására, felületi vagy rejtett hibák felderítésére, technológiai folyamatok ellenőrzésére. Az örvényáramú vizsgálat könnyen automatizálható, a mérési eredmények kiértékelése számítógépesíthető, ezért használatuk a kohászat, a gépipar, a jármű- és repülőgépipar, gáz- és olajszállítás, valamint az atomipar terén egyaránt mind szélesebb körben terjed. Az örvényáramú vizsgálati eljárás elméletileg és kísérletileg jól megalapozott, a berendezések továbbfejlesztésével, gyártásával számos intézmény és vállalat foglalkozik szerte a világon, és kétségtelen, hogy az ipari modernizálás és automatizálás nélkülözhetetlen eszközévé vált.

Az örvényáram egyaránt alkalmas különböző alakú és méretű tömbök, lemezek, fémalkatrészek felületi és felület alatti hibáinak (repedések, zárványok, üregek, korrózió stb.) kimutatására, méretellenőrzésére, bevonatok rétegvastagságának mérésére, anyagjellemzők (keménység, vezetőképesség, ötvözők hatása) meghatározására.

A vizsgálat érintés nélkül, nagyon gyors, használata viszonylag könnyen elsajátítható.

A felsorolt előnyök ellenére a módszer mégsem terjedt el olyan széles körben, amint az indokolt lenne. Mellőzöttségének több oka van; ezek: a működési elv nem megfelelő ismerete, a hozzáférhető berendezések fogyatékosai, a kijelzett értékek nehézkes értelmezhetősége, korábbi sikertelen próbálkozás után szerzett kedvezőtlen tapasztalatok alapján kialakult ellenérzés, amiért inkább más, jól megalapozott vizsgálati eljárást választanak, többnyire ultrahangos vagy röntgen vizsgálati metodikát.

Kívételt képez ez alól a repülőgépipar és a légiközlekedés, ahol a módszer régóta széles körben általánosan használt mind az alapanyagok azonosítására, minőségellenőrzésre, mind az időközi biztonsági felülvizsgálatok terén. Ez azzal magyarázható, hogy az ott elvárt vizsgálati követelmények egyértelműen értelmezhetők, a kijelzések zavarmentesek, félrevezető változókkal nem kell számolni. Az elektromos vezetőképesség alapján a felhasználásra kerülő alumíniumötvözetek szétválogathatók, gépelemek anyaghibái könnyen kimutathatók, amelyeknek mibenléte nem igényel különösebb kiértékelést, nem okoz értelmezési zavart.

Az elmúlt 10–15 év során végbement fejlődés következtében a berendezések kezelése nagymértékben egyszerűsödött, érzékenysége növekedett. A vizsgálatok robotizálásával, a számítógépes kiértékeléssel a szubjektív tévedések kizárhatóak. A legváltozatosabb feladatokra kidolgozott speciális vizsgálati szondák révén a módszer számos olyan területen is sikeresen használható, ahol arra régebben nem volt lehetőség.

Az örvényáramú vizsgálati eljárás bevezetése előtt – hasonlóan más roncsolásmentes módszerekhez – célszerű nemcsak alkalmazási lehetőségeit, hanem annak korlátait is figyelembe venni. Egyes hibatípusok pl. a kis méretű repedések durva, egyenetlen felületen nem vagy csak alig észlelhetők, hasonlóan az ultrahangos vizsgálatokhoz.

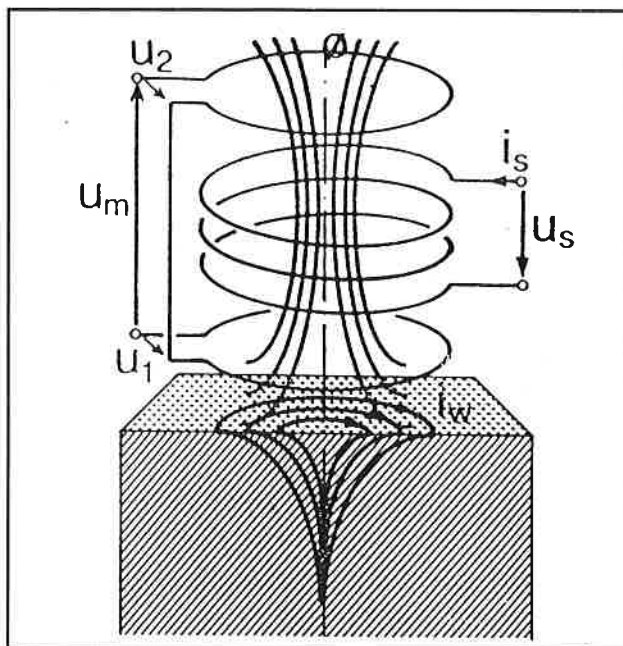
Az örvényáramú vizsgálatok tényleges lehetőségeinek és korlátainak pontos ismeretében el lehet kerülni az értelmezhetetlen mérési eredményeket, a más módszerekkel kapott adatokkal ellentétben álló következtetéseket.

Az örvényáramú vizsgálat alapelvei

Az örvényáramú anyagvizsgálat ma már elméletileg is jól alátámasztott, számos kísérleti-kutatási eredmény felhasználásával jutott el jelenlegi fejlettségi szintjére. Részletes ismertetése sok kézikönyvben megtalálható [1, 2, 3, 4]. A módszer iránt érdeklődők könnyebb tájékozódása végett néhány leegyszerűsített alapelvet röviden érintünk.

Váltóárammal táplált tekercs mágneses tere a közelébe került fém-tárgyban örvényáramokat kelt (1. ábra). Az örvényáramok tere ellentétes

irányítottságú a mérőtekercs saját terével, ezért azt részben kiotlja, aminek következtében megváltozik a tekercs áramának mind az amplitúdója, mind a fázisszöge a gerjesztést létrehozó generátor jeléhez viszonyítva.



1. ábra. Váltóárammal (i_s) gerjesztett mágneses fluxus Φ , a fémtestben keletkező örvényáramok (i_w) és ezek megváltozásából eredő jelfeszültség (U_m)

Az örvényáram intenzitása, értékének csökkenése a fém belseje felé az alapanyagra jellemző elektromos vezetőképességtől (vagy fajlagos ellenállástól), a permeabilitástól, valamint a mérőtekercsben folyó áram frekvenciájától függ. Azt a felülettől mért távolságot, amelyenél az örvényáram a felületi áramhoz viszonyítva 36,8%-ra ($1/e$ részre) csökken, mértékadó (standard) behatolási mélységnek nevezik. Az anyagban ilyen mélyen fekvő hiba kimutathatóságának érzékenysége természetesen ugyanilyen arányban csökken. A mértékadó behatolási mélység (δ) függése az anyagjellemzőktől és a mérőfrekvenciától:

$$\delta = 50 \cdot [\rho / (f \cdot \mu_r)]^{1/2}, \text{ (mm)} \quad (1)$$

ahol ρ a vizsgált anyag fajlagos ellenállása ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)-ben és μ_r a relatív permeabilitása, illetve f a mérőfrekvencia (Hz)-ben.

A 3δ mélységet, ahol az örvényáram 5%-ra esik, tekintik a hiba detektálhatósági küszöbszintjének. Ha az alapanyag ferromágneses, abban az anyagra jellemző permeabilitás arányában nagyobb mágneseszettség jön létre és ennek megfelelően csökken a behatolási mélység is. Vas- és acélféleségek relatív permeabilitása kb. tíztől több százig terjed, ezért azonos mélységű hibák kimutatásánál a mérőfrekvenciát a permeabilitás értékének megfelelően csökkenteni kell.

Az örvényáram nagyságának függése a felülettől mért távolságtól azt jelenti, hogy egy adott hiba által okozott áramváltozás értéke is mélységfüggő: nagy méretű belső hiba jele megegyezhet egy kis méretű felületen lévő hiba jel nagyságával, azaz a kijelző műszer amplitúdóváltozása nem különbözteti meg egymástól a kétféle hibatípust.

A korszerű mérőberendezések a mérőáram amplitúdóváltozásán kívül kijelzik az áram fázisszögének eltolódását is, amely a mélységgel arányosan lineárisan növekszik a következő összefüggés szerint:

$$\beta = \frac{x}{\delta}, \text{ (rad)} \quad (2)$$

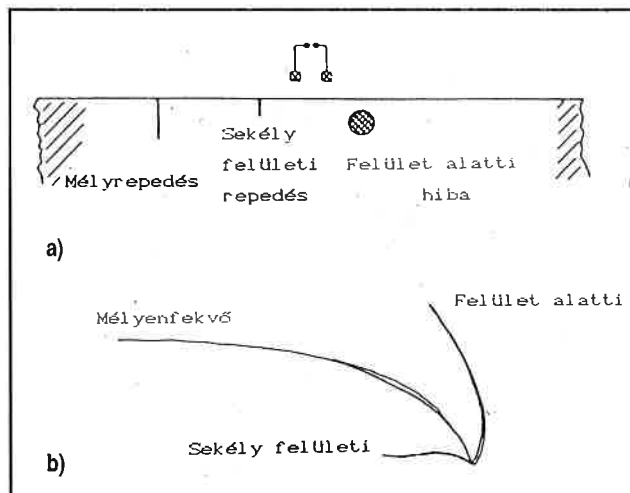
ahol x a felülettől mért távolság és δ az (1) szerint megadott mértékadó behatolási mélység mm-ben. A mértékadó behatolási mélységnél a fázis

* MTA KFKI Szilárdtestfizikai Kutató Intézet, Budapest

zisszögeltetés (késés) kerekén 57°, kétszeres mértékadó mélységnél: 114°.

A mérőjel amplitúdója tehát a hiba méretével, az amplitúdóváltozás fázisszöge viszont a hiba mélységével arányosan változik, ezért a felületi és az anyag belsejében lévő hibák ténylegesen egymástól megkülönböztethetők.

A 2. ábra alumíniumlemezben előforduló tipikus hibákat, illetve azok vektorszópos megjelenítésű örvényáramú jeleit szemlélteti. A különböző méretű repedések szemmel láthatólag amplitúdóban és fázisban jelentősen eltérnek egymástól; a mélyen fekvő zárvány jelei úgyszintén elkülöníthetők a repedés jeleitől.



2. ábra. Vastag alumínium felületi sekély és mély repedéseinek, és a felület alatti hibájának vektorábrája abszolút mérőtekerccsel mérve

A mérőfrekvencia megválasztása

A mérőfrekvencia megválasztása döntő fontosságú, mivel ez határozza meg egyrészt a vizsgálati mélységet, másrészt erősen függ tőle az elérhető érzékenység. Általános szabály, hogy az anyagra jellemző mértékadó behatolási mélységgel azonos a ténylegesen vizsgált tartomány. Így meghatározott frekvenciánál alacsonyabb mérőfrekvencia nagyobb behatolási mélységre, de kisebb detektálási érzékenységet eredményez, rosszabb a felületi, illetve a felület alatti hibák szétválasztása. Magasabb frekvenciánál az érzékenység jelentősen megnő, de az anyag belsejében lévő hibák nem mutathatók ki.

Az (1) és (2) kifejezések alapján számított behatolási mélység és fázisszögeltetés csak nagyon vastag tárgyaknál és lapos, sík mérőtekerccseknel pontos. Változó geometriájú munkadaraboknál, tipikus – koncentrált terű – mérőtekerccseknel az örvényáram tényleges értéke a számítottánál általában gyorsabban csökken, ezért ilyen vizsgálatoknál a mérőfrekvenciát némileg csökkenteni kell.

A gyakorlatban lemezek és csövek hibáinak keresésénél empirikus úton meghatározott összefüggést használnak. Lemezeknél az az optimális mérőfrekvencia, amelynél a hibajelek és a lemez vastagság ingadozásából, valamint a mérőszonda és a lemez közötti távolság ingadozásából (lift-off) adódó fáziskülönbség 90°, a következő

$$f_{90} = 1,6p/x^2, \quad (\text{kHz}) \quad (3)$$

ahol p ismét az anyag fajlagos ellenállása, ($\mu\Omega\cdot\text{cm}$)-ben, és x a lemez vastagsága mm-ben.

Csöveknél az a frekvencia, amelynél a külső és belső felületen levő hibák jelei között a fáziskülönbség 90°, a következő:

$$f_{90} = 3p/x^2, \quad (\text{kHz}) \quad (4)$$

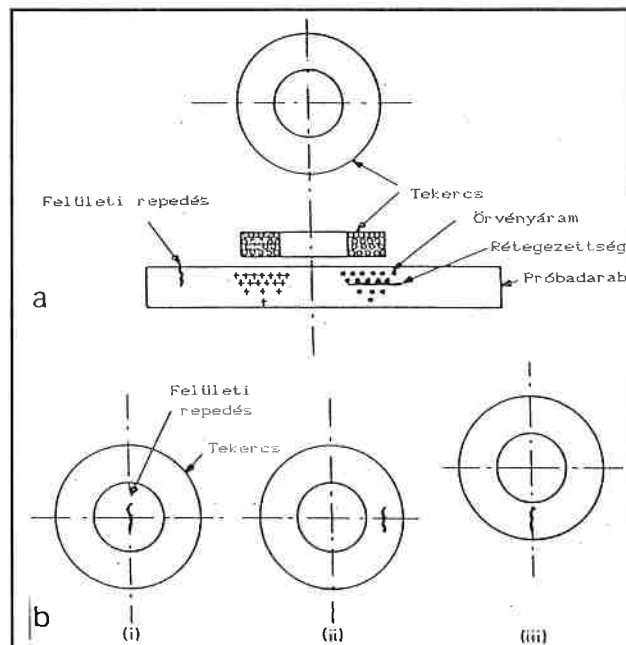
Ha az örvényáramot nem hibakeresésre, hanem pl. vastagságmérésre, a bevonat rétegvastagságának meghatározására használjuk, a mérőfrekvenciát a mértékadó behatolási mélységből meghatározott értéknek mindig lényegesen magasabbra kell választani.

Hőcserélőcsövek tartóinak behatárolására, lerakódásainak kimutatására ellenben mindig alacsonyabb frekvencia szükséges azért, hogy a

cső saját örvényáramú jele minél kisebb mértékben járuljon hozzá a keresett effektus hasznos jeléhez.

Mérőtekerccsek

Örvényáramú hibavizsgálat alapfeltétele, hogy az örvényáram útját a detektálni kívánt hiba valamilyen módon megváltoztassa. Az anyagban az áram mindig a tekercs meneteivel párhuzamosan folyik, ezért nem minden irányítottágú repedés detektálható azonos érzékenységgel. A 3a. ábrán az örvényáramokkal párhuzamos belső repedés alig módosítja az áramok útját, ezért azok alig detektálhatók. A 3b. ábrán a repedés és egy relatíve nagy méretű tekercs egymáshoz viszonyított helyzetétől függően a detektálás lehet gyenge (i, ii) vagy maximális (iii).



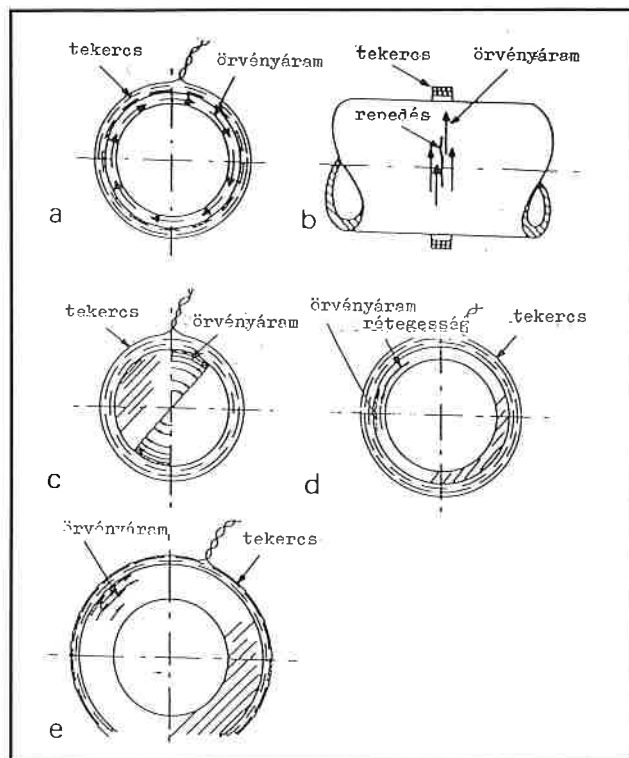
3. ábra. Kis méretű hibák detektálása felületi tekercssel

- a) a belső repedésekkel párhuzamosan folyó örvényáramok nem adnak számottevő jelváltozást;
b) a tekercs közepére eső hiba (i) és az örvényáram folyásával párhuzamos repedés (ii) nehezen detektálható, míg az örvényáram irányára merőleges helyzetű repedés (iii) adja a legnagyobb érzékenységet

Hasonlóképp, átmenőtekerccses cső- és rúdvizsgálatoknál az örvényáramok párhuzamosak a tekercs meneteivel (4a. ábra), amely nullára csökken a rúd belsejében (4c. ábra), illetve a mérőfrekvenciától függően az örvényáramok a csőfal meghatározott tartományára koncentrálnak. A keresztirányú felületi repedés, rétegződés ebben az esetben sem változtatja meg az áramok nagyságát, ezért ilyen hibák kimutatására más tekercselrendezést kell választani.

A vizsgált anyaggal közvetlen kapcsolatban lévő mérőtekerccs minden olyan anyagtulajdonságra reagál, amely megváltoztatja az örvényáram értékét. Ilyenek az elektromos vezetőképesség, a permeabilitás, a geometriai méretváltozások, a különböző anyaghibák. Emiatt ezt a tekercstípust abszolút mérőtekerccseknek nevezzük.

Két – közvetlen egymás mellé helyezett – elektromosan ellenkötött mérőtekerccs (5. ábra) a benne lévő munkadarab vezetőképesség-, permeabilitás- és méretváltozásaira egyáltalán nem reagál. Ha viszont valamelyik tekercs közvetlen közelében valamilyen hiba megváltoztatja az örvényáramok eloszlását, megváltozik a két tekercs kiegyenlítetttsége és a változás arányos lesz a hiba méretével. Ezeknél az ún. differenciál mérőtekerccseknel a zavaró mellékhatások kiesnek, növelhető az érzékenység, ezért hibadetektálásra az abszolút tekercsnél érzékenyebb. Az abszolút és differenciál mérési elrendezések előnyeit és hátrányait az 1. táblázat foglalja össze.



4. ábra. Csővizsgálat átmenő tekercsrel

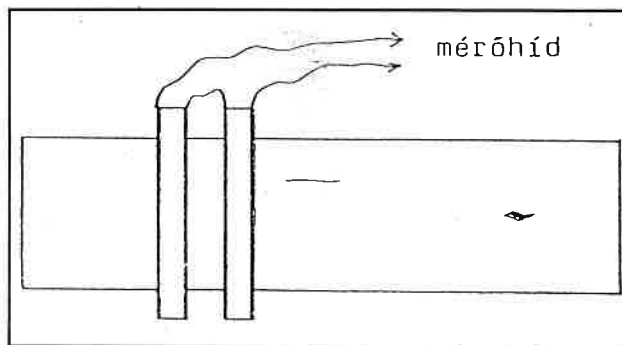
a) a csőben az örvényáram erősségét az anyag vezetőképessége határozza meg; b) a mérőtekercs meneteivel párhuzamosan repedések nem detektálhatók; c) tömör rúd belsejében az örvényáram fokozatosan csökken; d) a tekercsmenetekkel párhuzamos belső repedés nehezen detektálható; e) az örvényáramok a cső külső felületére koncentrálnak,

1. táblázat. A mérőtekercsek alkalmazási jellemzői

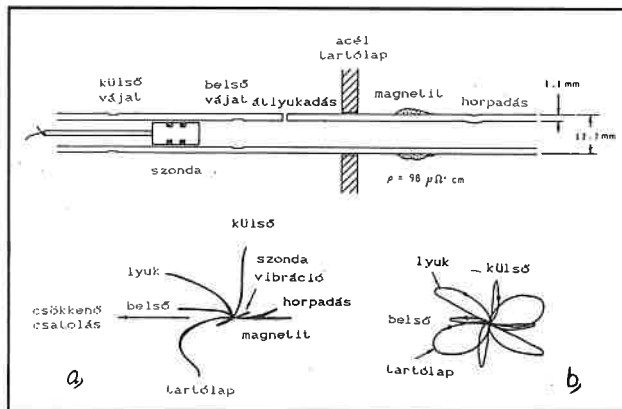
Mérőtekercsek	
abszolút	differenciál
Előnyök	
Folyamatos és hirtelen változó hibákat egyaránt kijeloz	Hőmérsékletváltozásra érzékellen
Összetett jelek könnyen értelmezhetők	A szonda rezgésekre érzékellen
A hibát teljes hosszában kijelzi	Alapanyag inhomogenitásokra érzékellen
Hátrányok	
Hőmérsékletváltozásra érzékeny	Fokozatosan változó hibákra érzékellen
A szonda elmozdulására, rezgésre érzékeny	Hosszú hibák széleit érzékeli csupán
Alapanyag inhomogenitásra érzékeny	Nehezebben értelmezhető vektorábrát ad

A hőcserélőcsöveknél használatos kalibrációs cső abszolút és differenciál tekercselrendezéssel kapott mérőjelei a 6. ábrán láthatók, amelyek közül némelyik tényleges hibák, mások érdektelen kijelzések [5]. A valódi hibák mérőjeleinek fázisszöge 0° és 90° közé esik, a belső felületi hiba fázisszöge közel nulla, a külső hibáé 90° , az átllyukadás pedig a kettő közé esik. Ezek a fázisszögek természetesen nem kötött mennyiségek, a mérőfrekvencia változtatásával a hajlásszögek forgathatók.

Sík felületek hibáinak kimutatására használt tekercseknél az alapanyag fizikai sajátosságain, a választott mérőfrekvencián kívül fellép egy további – a tekercs geometriájával összefüggő – hatás is, amely erőteljesen csökkenti a tényleges behatolási mélységet. A 7. ábrán lemez-, illetve csővizsgálatoknál átmenő mérőtekercsei körül kialakuló mágneses terek sematikus ábrái láthatók. Csővizsgálatoknál a mérőtekercs keresztmetszete nem tér el nagy mértékben a cső falvastagságától, ezért a tekercs mágneses tere teljesen áthatol a cső falán: a külső és a belső hibák egyaránt detektálhatók.

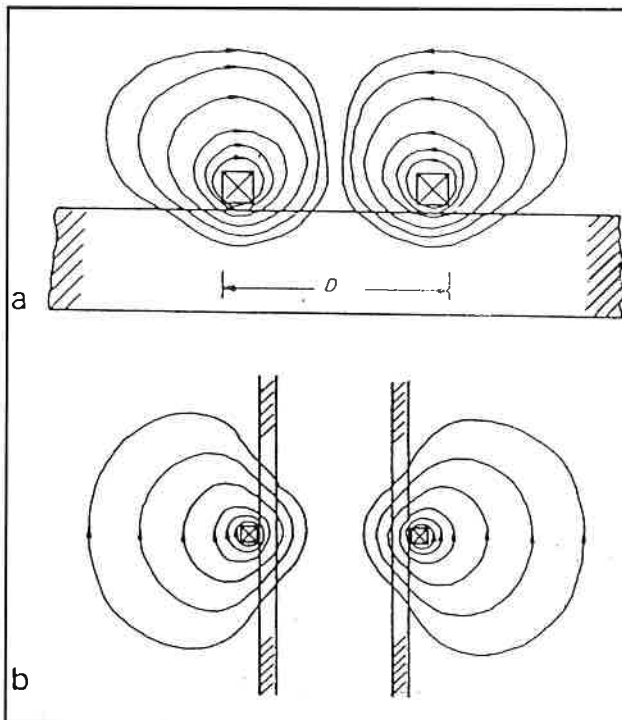


5. ábra. Cső hibavizsgálata két elektromosan ellenkötött mérőtekercsrel



6. ábra. Hőcserélőcső vizsgálatának hitelesítésére szolgáló etalon jellegzetes hibatípusai, valamint azok abszolút (a) és differenciál (b) mérőtekercsrel megjelenített vektorábrái. A tényleges hibák fázisszögei 0° és 90° közé esnek.

Sík tekercsnel a mágneses tér behatolási mélységét nem a tekercskeresztmetszet, hanem a tekercsátmérő (D) határozza meg; a mélység kb. a tekercsátmérő 1/4 részéig terjed. A frekvencia növelésével a behatolási mélység a megszokott módon csökkenthető; de a frekvencia csök-



7. ábra. Lemez- és csővizsgáló mérőtekercsek körül kialakuló mágneses tér. A vékonyfalú cső teljes keresztmetszetét átjárja a mágneses tér (b), vastag lemeznel a mágneses tér nem jut el a lemez közepéig (a).

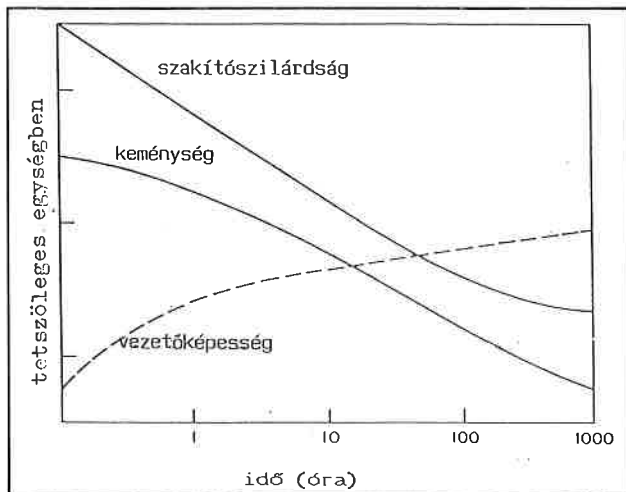
kentésével a behatolási mélység nem növelhető számottevően, mert az $D/4$ -nél nem lehet nagyobb. Növelt átmérőjű tekercsnél ugyan megnő a behatolási mélység, de ez az érzékenység rovására történik, mert erősen csökken a hibaméret és a tekercs tényleges felületének a viszonya. Az érzékenység nyilvánvalóan akkor maximális, ha a detektálható hiba méretével összemérhető a tekercs geometriája. A tekercsátmérő egy adott szinten túli növelés oda vezet, hogy bizonyos felületi és felület alatti hibák már detektálhatatlanok lesznek, ezért kb. 4 mm az a falvastagság, amely az örvényáramú mérőmethodika jelenlegi szintjén még térfogatában vizsgálható.

Az anyagjellemzők hatása

A vizsgálandó tárgy alapanyagának inhomogenitása, a felület érdessége, egyenetlensége korlátozza a hibadetektálás érzékenységét.

Nagyon kis mélységű hibák kimutatását az korlátozza, hogy azok fázisszöge alig különbözik a zérustól. A vizsgáló szonda távolság-ingadozása, rezgése ugyanilyen szögű kijelzést ad, ezért kellően felerősített hibajel esetén sem különböztethetők meg egymástól.

Ötvözetek inhomogenitása többnyire nem okoz problémát. Azonban, például az alumínium vezetőképessége hőkezelés, öregedés következtében – csakúgy mint a mechanikai anyagjellemzők – számottevően megváltozik, (8. ábra), ezért örvényáramú vezetőképesség-méréssel a mechanikai tulajdonságváltozás mértékére következtetni lehet.



8. ábra. A 205°C-on hőkezelt alumíniumötvözet keménységének, szakítószilárdságának és elektromos vezetőképességének változása a hőtartási idő függvényében

Ötvényekben, hegesztési varratokban létrejövő kiválások jelentős lokális ellenállás- és permeabilitás-ingadozásokat okozhatnak, amelyek csökkentik a hibadetektálás érzékenységét.

Ferromágneses anyagok örvényáramú vizsgálatát megnehezíti, hogy a hibajelek alig választhatók el a permeabilitás helyi ingadozásaitól. A permeabilitás helyi ingadozásának okai a következők lehetnek:

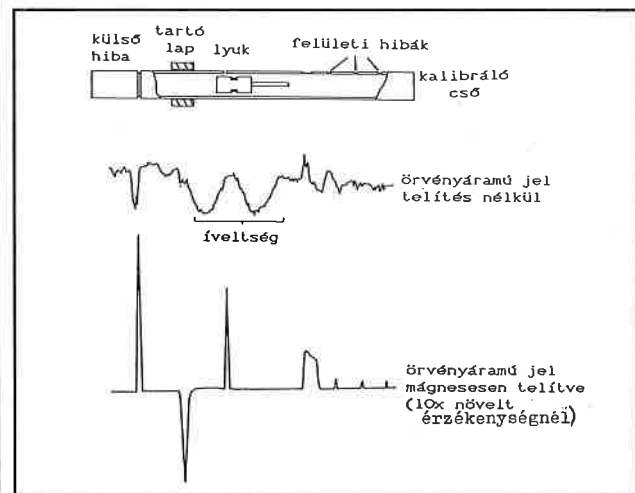
- szennyezések inhomogén eloszlása
- hőkezelési anomáliák
- hidegalakítási hatások
- maradó feszültség
- hőmérséklet különbségek

Ha változik a permeabilitás, módosul a behatolási mélység és a fázisszög is [(1) és (2) kifejezés], ezért a vektorábra kiértékelése nehezebbé válik, még akkor is, ha a hibajel és a permeabilitás jele elkülönül egymástól. Különböző vas- és acéltérmekek relatív permeabilitása tíz és több száz közötti, ezért a behatolási mélység nagymértékben csökken a nem mágnesezhető anyagokhoz viszonyítva. A mérőfrekvenciát alacsonyra választva megfelelő vizsgálati mélység ugyan elérhető, de a permeabilitás helyi ingadozásainak hatása továbbra is megmarad. Ez, a vizsgálati feladattól függően, előnyös is lehet. Például a csapágygolyók gyártásához használt nagy széntartalmú, ötvözött acélhuzal felületén a melegegalakítás során keletkezett rálapolós repedés mélységébe az összehegedt, dekarbonizálódott és oxidokkal kitöltött gyökereket is belemé-

ri. Ez jó mert a golyógyártás szempontjából ez a hiba sem engedhető meg.

A permeabilitás és a vezetőképesség helyi ingadozásaitól eredő zavaró háttérjelek kiküszöbölésének egyik lehetséges módja a szorosan egymás mellé helyezett, két azonos tekercsből álló differenciál szonda használata. A két tekercs hibamentes felületen nem ad kimenőjelet még akkor sem, ha a tárgy és a tekercsek közötti távolság (lift-off) jelentősen megváltozik. A szondát mozgatva a hibahely fölött külön-külön mindkét tekercs ad jelet, amelyeknek eredője lesz arányos a hiba méretével. A két tekercs és a munkadarab közötti távolságot a szokásos mérték többszörösére növelve (5–10 mm) jelentősen lecsökken a permeabilitás helyi változásának a hatása a hibadetektálás érzékenységének rovására, de ez még mindig kielégítő hibadetektálást tesz lehetővé. Egyetlen felületű hegesztési varratok ilyen szondával ugyancsak eredményesen ellenőrizhetők.

Másik, gyakran alkalmazott eljárás a vizsgált munkadarab mágneses telítése, aminek következtében az effektív permeabilitás 1.0-re csökken. Az örvényáramú vizsgálat számára az alapanyag ilyenkor lényegében nem mágnesesnek tekinthető és a hibavizsgálat abszolút tekercssel is a megszokott módon elvégezhető. A 9. ábrán szénacél kalibrációs cső hibajelei láthatók abszolút szondával mágnesezés nélküli és felmágnesezett állapotban vizsgálva.



9. ábra. Szénacélcső hibajeleit a permeabilitás helyi ingadozásai elfedhetik. Előmágnesezéssel a tényleges hibajelek zavarmentesen erősíthetők.

Precíz hibaanalízisnél figyelembe kell venni, hogy az anyag belsejében a hibahely közvetlen környezetében lévő permeabilitás inhomogenitások miatt a hibamélység és a mért fázisszög közötti kapcsolat nem olyan egyértelmű mint a nem mágnesezhető anyagoknál. Még erőteljes előmágnesezéskor is a hibajel amplitúdója és fázisszöge a felülettől mért távolságon kívül függ a mágnesezés mértékétől és a hiba alakjától is. A hibajel amplitúdó és a jelszélesség hányadosának figyelembevételével azonban ez a zavaró körülmény is kiküszöbölhető.

Ferromágneses anyagok örvényáramú vizsgálatánál gyakran okoz problémát a munkadarab maradó mágnesezettsége, amely valamely korábbi munkafázis során keletkezhetett, például mágneses megfogás, ívhegesztés, mágnesporos repedéskeresés következtében. A maradó mágnesezettség megváltoztathatja az anyag mágneses állapotát és ezzel a kialakuló örvényáramokat is. Emiatt a legtöbb repülő- és gépkocsigyártó üzem belső szabványaiban előírja a következőket:

- örvényáramú vizsgálatra kerülő minden csapágyalkatrésznek maradó mágnesezettségtől mentesnek kell lennie;
- az örvényáramú vizsgálatoknál használt kalibráló etalonok és a vizsgálatra kerülő alkatrészek maradó mágnesezettségét meg kell mérni és azok mágnesezettsége nem lehet nagyobb mint 50 μT (0,5 gauss).

Nagy telítési indukciójú anyagoknál, pl. egyes csapágyacéloknál ennél nagyobb értékek is megengedhetők; 1 mT (10 gauss) maradó tér még nem befolyásolja számottevően az örvényáramú méréseket.

Kalibrációs etalonok

Az örvényáramú anyagvizsgálat indirekt módszer, a munkadarabok méret- és kémiai összetételbeli különbségei, az azokhoz illeszkedő nagyszámú mérőtekercs változó paraméterei és a mérőfrekvenciától függő érzékenység miatt megbízható kvantitatív hibaméret-meghatározás csak kalibrációs etalonok segítségével kapható.

Etalonok készítésére a nemzetközi szabványok csak irányelveket adnak, azokat a felhasználók saját szükségleteiknek megfelelően maguk készítik, esetleg vásárolják.

Kalibrációs blokkokat a következő hibatípusokra szoktak készíteni:

- állandó mélységű, különböző hosszúságú repedés,
- állandó hosszúságú, különböző mélységű repedés,
- állandó mélységben változó méretű hiba,
- változó vastagságú szigetelőréteg (változó csatlóási tényező),
- változó vastagságú vezetőréteg,
- ferromágneses zárvány.

Ezeket a hibatípusokat különböző anyagvastagságra, görbült felületekre, több alapanyagon megismétlik.

Vizsgálati sebesség

Az örvényáramú anyagvizsgálat sebességét a mérőszonda mérete, az üzemi frekvencia, valamint a zavaró háttérjelek kiküszöbölésére szolgáló szűrőkör és a jelregisztráló időállandója határozza meg. A gyakorlatban jeltorzulás nélkül megengedhető maximális szonda- vagy munkadarab-sebesség 0,25–0,5 m/s.

Egyes gyártóknál ennél lényegesen nagyobb sebességek is előfordulnak, ilyenkor azonban nincs hibaanalízis, a mérőberendezés jó vagy hibás csoportokba történő osztályozást végez.

Örvényáramú berendezések alkalmazása

Az örvényáramú vizsgálati eljárást a kohászatban többnyire felületi hibák kimutatására használják. A gyorsan mozgó, gyakran magas hőmérsékletű (200°C–1100°C) bugákat, lemezeket, huzalokat vízzel hűtött forgófejjű vagy forgó elektromágneses terű szondák ellenőrzik. Biztonsággal detektálható repedésmélység néhány tized mm. Pontosságát lényegében a felületi érdesség korlátozza, egyszerűbb mérőrendszereknek a kimutatható repedésmélység a felületi érdesség 3–5-szöröse.

Alacsonyabb hőmérsékleten, ferromágneses alapanyagoknál, korszerűbb mérőberendezésekkel a felületi érdességgel azonos mélységű repedés is megbízhatóan indikálható.

Precíziós réz- és alumíniumhuzalok felületén a legkisebb kimutatható repedés mélysége: 0,03–0,05 mm; a legkisebb detektálható ferromágneses zárvány tömege: 0,03 mg.

Vékonyfalú csöveken, például a hőcserélők csövein, a hibadetektálás küszöbértéke 0,5–1,0 mm hosszú és a falvastagság 5–10%-át meghaladó mélységű hiba: repedés vagy korróziós gödör.

A gépkatészgyártásban használatos örvényáramú berendezések mérőszondái cserélhetőek, a mérési frekvencia, így a vizsgálati mélység is, széles határok között változtatható, ezért a berendezés változatos geometriájú alkatrészek vizsgálatára alkalmassá tehető. A hibadetektálás küszöbszintjét mindig a vizsgált alkatrész alak- és mérettűréséből származó mérőrés-ingadozás határozza meg. A 0,1 mm mélységű és 0,1 mm hosszúságú hiba általában különösebb nehézség nélkül kimutatható.

A hatékony örvényáramú hibadetektálás legfontosabb kritériumai a következőkben foglalhatók össze.

- csak az örvényáram útját megszakító hibák okoznak mérhető jelváltozást;
- többféle hiba egyidejű előfordulása esetén az abszolút szondák használata általában előnyösebb, a hibafajták szétválasztása egyszerűbb;
- megbízható hibavizsgálat vektorszópos megjelenítést igényel;
- sekély felületi hibák kimutatását az esetleges szondarezgések elfedhetik;
- kalibráló etalonokat meg kell többszörözni az elektromos vezetőképesség valamint a permeabilitás változásainak megfelelően;

– a jelenlegi berendezések 0,5 m/s-nál gyorsabb hibavizsgálatot a mért vektorábrák jelentős torzulása nélkül nem tesznek lehetővé;

– a szokásos ipari kódok és szabványok nem adnak az anyagra kielégítő jellemzést;

– minden feladatra (a permeabilitás, a fajlagos ellenállás, a behatolási mélység változásai miatt) csak kompromisszum lehet a vizsgáló frekvencia kiválasztása;

– sekély mélységű felületi hibák kimutatása durva, egyenetlen felületen nehézkes;

– az anyag inhomogenitása hamis vagy csökkent érzékenységű hibajelzést okoz;

– ferromágneses anyagok megbízható örvényáramú hibadetektáláshoz celszerű a kérdéses tárgyat mágnesesen telíteni;

– ferromágneses anyagok telítése áteresztő típusú mérőtekercsnek lényegesen egyszerűbb, mint sík tekercsnél;

– csövek, rudak körkörös repedéseinek kimutatására speciális mérőtekercsek szükségesek;

– az örvényáram behatolási mélységét az anyagjellemzőkön kívül lapos tekercsnél a tekercsálmérő is korlátozza;

– térfogati örvényáramú vizsgálat kb. 4 mm mélységig terjedhet;

– egyidejűleg több hibafajta detektálásnál multifrekvenciás berendezésekkel a nemkívánatos háttérjelek eltüntethetők.

A mérőberendezések teljesítőképességének fokozása

Az örvényáramú anyagvizsgálat érzékenységének és pontosságának növelésére több lehetőség adódik. Ezek:

- adott feladatra optimalizált mérőszonda (fókuszált terű mérőtekercs, forgó szonda, forgó terű vizsgálófej);
- mechanizált (robotizált) szondamozgatás;
- többfrekvenciás örvényáramú mérőrendszer;
- a teljes vizsgálati eljárás számítógépesítése.

A vizsgálandó feladatoknak sokfélesége következtében a mérőszondák óriási választékban készülnek. Több, külön erre szakosodott gyártó cég létezik. Egyes cégek saját mérőberendezéseikhez több száz, vagy ezernél is több mérőtekercstípust kínál. A felhasználók számára problémát lényegében a saját igényeihez optimális változat kiválasztása jelenthet.

A hibadetektálás érzékenysége több – különböző frekvenciájú – mérőcsatorna szimultán használatával is fokozható.

A hibaféleségek vektorszópos megjelenítésének ábrája (6. ábra) alapján kiűnt, hogy azok eltérő amplitúdójúak és fázisszögűek. Értékeket a mérőfrekvencia jelentősen befolyásolja, magasabb frekvencián a külső felületi hibák jelei megnövekednek, a belsőké lecsökkennek.

Ha ugyanazon mérőtekercsre két különböző frekvenciájú gerjesztőjel kerül, azok vektorábráin az egyes hibaféleségek amplitúdói és fázisszögei különbözőek lesznek. Az egyik jelcsatorna erősítését és fázisszögét változtatva olyan módon, hogy a nem kívánt háttérjel – a 6. ábrán pl. a tartólap, a magnetit lerakódás vagy a horpadás jele – eltüntethető legyen a két vektorára egymásból való kivonásával. Ezzel természetesen megváltozik a detektálni kívánt hibajelek nagysága is. Ez azonban – miután kvantitatív méretmeghatározás miatt amúgy is hitelesíteni kell – nem okoz gondot. A jelcsatornák számának növelésével az eliminálható zavaró háttérjelek száma is növekszik; korszerű örvényáramú berendezések általában 3 vagy 4 független jelcsatornát tartalmaznak. A zavarójelek eltüntetésével megnövelhető az érzékenység, és így nem csak a hibadetektálás pontossága, hanem a vizsgálati mélység is fokozható, kb. 5–6 mm-ig.

Az örvényáramú mérőberendezéseknél a számítógép három különböző funkció ellátására használható:

– a mérőrendszer vezérlése: az üzemi paraméterek, méréstartományok beállítása (frekvencia, erősítés, fázisszög, szűrő, időállandók, kijelzés módja, határértékek stb.), kalibráció elvégzése, a beállított paraméterek és a mérési eredmények eltárolása;

– kommunikáció a mérőberendezéssel: az operátor ezt alfanumerikus szimbólumokkal, szöveg begépelésével végezheti, a számítógép grafikus megjelenítéssel, kinyomtatott ábrával válaszol. Alternatív lehetőség segédszámítógéppel való kommunikáció, amely átveszi a

beállítási adatokat és mérési eredményeket, új beállítási utasításokat ad, korábbi kalibrációs és mérési eredményeket hív elő.

– *gépi intelligencia használata:* a mikroprocesszor elvégzi az adathalmazok kiértékelését, adatredukciót végez, amelyek alapján a mérés ismételésére vagy folytatására hoz döntést, azonos vagy megváltoztatott üzemi paraméterekkel. Az eredményeket összeveti a kalibrációs vagy egy korábbi mérés adataival, az operátor által kívánt interpretáció szerint jeleníti meg, archiválja.

A három funkció kombinálásával lényegében teljesen automatizált vizsgálat folytatható, amelynél csak minimális beavatkozásra van szükség; a rendszer saját működését folyamatosan ellenőrzi és csak időszakosan további üzeneteket a felügyelő operátor számára a működéséről, illetve beavatkozás kérése végett.

Legnagyobb érzékenységet robotizált mozgatású, fókuszált terű mérőszondákkal érnek el. A szonda pozicionálása mozgatása, a mérés adatgyűjtése és kiértékelése számítógéppel automatikusan történik. Ilyen mérőrendszerrel pl. repülőgépgáz-turbina tárcsáinak vizsgálatánál 0,3 mm átmérőjű hibákat 1 mm mélységben megbízhatóan ki lehet mutatni. A szondamozgató robot költsége azonban a mérőrendszer árának tízszeresét is meghaladja.

A legnagyobb mértékben automatizált örvényáramú mérőrendszereket a nukleáris energiatermelés számára fejlesztették ki. Az atomreaktor primerkörében lévő gőzgenerátorok 10–16 ezer vékonyfalú (0,86–1,2 mm), 16–24 mm átmérőjű csövet tartalmaznak, amelyek szokásos üzemi hőmérséklete meghaladja a 300°C-ot, belső nyomása 15 MPa nagyságrendjébe esik. A gőzgenerátorok tervezett élettartama 40 év. Ezalatt, a szigorú biztonsági követelmények miatt, a hőcserélőt időközönként ellenőrizni kell. Mivel a leállítás rendkívül költséges, az energiatermelés kiesése napi több millió dollár veszteséget jelent, ezért csak olyan vizsgálati eljárás jöhet szóba, amely nagyon gyors, automatizált és a sugárveszély miatt teljes mértékben robotizált.

Az e célra kifejlesztett, számítógéppel vezérelt robot juttatja be a vizsgálni kívánt csőbe az örvényáramú mérőszondát, amelyet sűrített levegő szállít végig a cső belsejében és a haladás közben kapott örvényáramú jeleket a számítógép tárolja. A 16 mm átmérőjű csőben haladó vizsgálófej nyolc egymástól független mérőtekeréscet tartalmaz; ezek mindegyikét három különböző frekvenciájú jelforrásról táplálják. A kapott örvényáramú jeleket 24 csatornán erősítik, ezek kimeneteinek megfelelő kombinációival a zavaró háttérjelek kiejthetők és az egyes hibafajták egyértelműen azonosíthatókká tehetők. A károsodások mértékét a falvastagság százalékos arányában adják meg. 10% falvastagságnyi hiba (külső, belső repedés, korróziós, eróziós folt, lerakódás, átlukadás stb.) mérési pontossága tipikusan $\pm 20\%$, e méret fölött $\pm 10\%$.

Gazdasági szempontok

Az örvényáramú és egyáltalán a roncsolásmentes anyagvizsgálat haszna nyilvánvaló, de annak számszerűsítésére vonatkozóan teljesen kevés kalkuláció található.

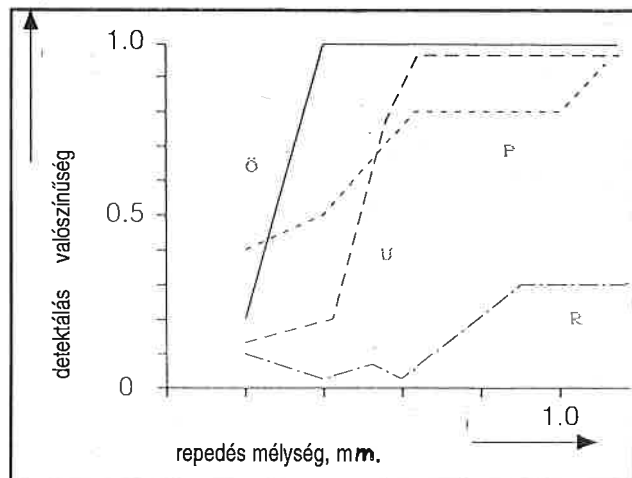
Az Amerikai Légiközelekedési Egyesülés által készített tanulmány a repülőgépipari felhasználásra kerülő terméktípusok megbízhatósága, tényleges üzemeltetési ideje és meghibásodása, valamint azok előzetes roncsolásmentes vizsgálatára fordított költségeket veti egybe; illetve azt vizsgálja, hogy az egyes kritikus alkatrészek, szerkezeti elemek kezdeti minősége, megbízhatóságának fokozása, ellenőrzésükre fordított költségek milyen mértékben hatnak a gépek fenntartási kiadásaira. A fontosabb termékcsoportok: öntvények, hajtóművek és géptestek minőségbiztosítása, azok roncsolásmentes ellenőrzése – kimutatásuk szerint – az eladási ár 1,1, 0,67 és 0,27 százalékát teszi ki [6]. Ezért a hosszabb üzemeltetési idő és várható élettartam miatt a roncsolásmentes anyagvizsgálatok színvonalát és az arra fordított beruházásokat mindenképpen növelni kívánják.

A fokozott minőségű alkatrészek következtében elérhető megtakarításra egy jellegzetes példa a motorcsapágyak gyártási és ellenőrzési költségeinek összehasonlítása az elhasználódás miatt szükségessé váló cserék költségével. Egy új csapágy a csere árának 2%-át sem

éri el, ezért egy kétszer drágább, jobb minőségű csapágyat már akkor is érdemes beépíteni, ha az csak 2%-kal csökkenti a meghibásodás gyakoriságát. Fokozott minőségű alapanyag, többszörös gyártásközbéli ellenőrzés a kész csapágy árát ténylegesen 0,04%-kal növeli, a hosszabb élettartam ugyanakkor a javítási költségeket 75%-kal csökkenti.

Ha az alkatrész árát a károsodása miatti hajtóműleállítás költségével vetik egybe, akkor ezek viszonya legalább százszoros, amely esetenként még sokkal nagyobb is lehet (tipikusan 700-szoros), mivel a csapágyhiba néha (kb. 20%-ban) járulékos károsodásokat is okoz. Ha a példa bizonyos mértékig kihegyeztetnek is látszik, nyilvánvaló, hogy az egyes termékekre vonatkozó igénybevétel ismeretében nagyon fontos annak meghatározása, hogy az elérni kívánt élettartam milyen anyagminőséget és milyen színvonalú minőségellenőrzést igényel.

Ugyancsak nagyon fontos az optimális vizsgálati eljárás megválasztása. Egy adott feladat, pl. repedések kimutatása, egymástól nagyon különböző módszerrel (ultrahangos, örvényáramos, folyadékbehatolásos) is elvégezhető. Ezek nemcsak különböző költségűek és eltérő érzékenységek (9. ábra), hanem az ellenőrzésre fordított időigényük is számottevően különbözik. A SAS légítársaságnál végzett felmérés szerint [6] a repülőgépeknél előírt időszakos biztonsági felülvizsgálat ultrahangos módszerrel mintegy 500 munkaórát igényel, amely a tényleges méréseken kívül a festékrétegek, tömítések eltávolítására, illetve helyreállítására fordított időt is magába foglalja.



10. ábra. Egy 3,2 mm vastag alumíniumlemez felületi repedéseinek detektálási valószínűsége különböző vizsgálati eljárásokkal. (Ö – örvényáram, U – ultrahang, P – folyadékbehatolásos, R – radiográfia)

Örvényáramú eljárással, egyrészt kisebb felületi hibák is biztonságosan kimutathatók, másrészt az átvizsgálási idő jelentősen, kb. 65 órára lecsökkent, amely 770%-os munkaóra megtakarítást eredményezett. Egy repülőgép kivonása a forgalomból napi 25–50 ezer USD veszteséget jelent, ezért az új módszer bevezetése nagyon hamar megtérült.

Irodalom

- [1] H. L. Libby: Introduction to Electromagnetic Non-Destructive Test Methods. Wiley-Interscience, New York 1971.
- [2] R. C. McMaster: Non-Destructive Testing Handbook. American Society For Non-Destructive Testing Inc., 1986.
- [3] Kajdi Gy.: Anyagvizsgálat örvényáramokkal. Szakmai Továbbképző és Átképző Vállalat, Budapest 1990.
- [4] Tóth F.: Örvényáramú Roncsolásmentes Anyagvizsgálat. Anyagtudományi Műszerközpont, Budapest 1989.
- [5] V. S. Cecco, G. Van Drunen, F. L. Sharp: Eddy Current Testing Manual Atomic Energy of Canada AECL-7523, 1981.
- [6] D. Hagemeyer: Cost Benefits of Non-Destructive Testing in Aircraft Maintenance. ASNT Spring Conference, Orlando, Florida Apr 11–15 (1988).

Az IRIS csővizsgáló-rendszer

Domak Gábor

Különböző közegek által terhelt kazánok, tartályok és csővezetékek belső felületén a károkat időben feltáró belső vizsgálat lényeges alkotóeleme az üzem- és biztonságtechnikai felügyeletnek, valamint az adott berendezés állapotának meghatározásában.

A belső vizsgálatok azonban csak akkor végezhetők, ha a rendszer belülről hozzáférhető vagy megfelelő segédeszköz áll rendelkezésre. Kis átmérőjű, nem hozzáférhető berendezéseknél a vizuális vizsgálatot erősen korlátozó területeken belül, egyszerű geometriai elrendezéseknél endoszkópokat, periszkópokat, illetve tükröket használnak.

A csővezetékek vizsgálatában fennálló ezen hiány pótlására kötött kooperációs szerződést a TÜV Rheinland Köln a rödemarki Rainer Hitzel GmbH-val egy, a csövek belső inspekciós rendszerének kifejlesztésére. Ez az IRIS, az Inen-Rhor-Inspektions-System.

Alkalmazási területek

Ezzel a vizsgálórendszerrel a 70 mm és ennél nagyobb belső átmérőjű csővezetékek járhatók be, szükség szerint vízszintes és függőleges irányban. Ívek és csőelágazások nem jelentenek akadályt.

Belső bejárásoknál a nagy felbontóképességű CCD-videokamera képes arra, hogy a gyártási vagy üzem közben keletkezett hibákat felderítse és feltérképezze, nevezetesen:

- hegesztési varratok gyökhibája
- korrózió, erózió, lerakódások
- bevonat- és betétréteg-károsodások
- idegen testek
- repedések

A szemrevételezéssel egyértelműen nem meghatározható belső hibákat vagy leleteket célzott roncsolásmentes vizsgálattal határozhatjuk meg (radiográfia, ultrahang, örvényáram).

A berendezéssel a radiográfiai vizsgálófej a csővezeték megfelelő helyére szállítható és ott panoráma-felvétel készíthető.

Hozzáférhetetlen vezetékrendszerek (szigetelt, földbe, betonba ágyazott, gőzzel vagy sugárzással telt helyiségeken áthaladó) is vizsgálhatók.

A csővezetékek hegesztési varratainak gyökoldali külső felületein más roncsolásmentes eljárással pontosan nem definiálható jelzései az IRIS belső vizsgálóval legtöbb esetben megfigyelhetők.

Egyik legeredményesebb, leggyorsabb és költség-megtakarító területe az IRIS vizuális vizsgálórendszer használatának a lelazult és elszabdult alkatrészek megkeresése.

A vizsgálatok dokumentálhatók és helyileg egyértelműen beazonosíthatók. Egy jellemző példát mutat az 1. ábra.

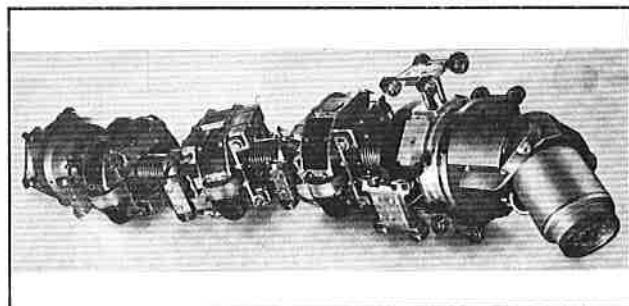


1. ábra. Pontkorrózió és a belőle kiinduló repedés.
(IRIS-4 típusú készülékkel készült felvétel)

Az IRIS-család

A készülékcsalád öt berendezésből áll. Típusjelzésük IRIS 1, 2, 3, 4, 5. Egy-egy berendezés különböző átmérőtartományokat képes bejárni 70 – 700 mm között. Az IRIS 1–3 típusú készülékek villany motoros meghajtásúak és a meghajtókereket rugóerő szorítja a cső falához. Az IRIS 4, 5 típusú készülékeknek pneumatika szorítja a meghajtókereket a csőfalhoz és szintén villamos meghajtásúak. Legfőbb erénye a készülékcsalád-

nak a nagyfokú flexibilitás, ami lehetővé teszi a készülék könnyű bevezetését és fordulékonyságát a csővezetékben. Egyenes átjárású hegesztett armatúráknál elegendő az armatúra belsejének kiszérelése, míg más felépítésű peremes armatúráknál a peremek elbontását követően a készülék bevezethető. A készülékcsalád egyik tagja a 2. ábrán látható. A jellemző adatokat a táblázatban foglaltuk össze.



2. ábra. IRIS-4 típusú készülék

Készülék típus	IRIS-1	IRIS-2	IRIS-3	IRIS-4	IRIS-5
Átfogható átmérő, mm	70–100	100-140	140-200	200-400	350-700
Megengedhető átmérőülérés, mm	±6	±10	±20	±35	±60
A bejárható ív sugara min.	1.5 x-ös csőátmérő, esetenként 1x-es csőátmérő				
Megengedhető ívek száma	nem korlátozott				
Bejárható távolság, m	50	200	200	200	200
Haladási sebesség	0 – 200 m/h, folyamatosan változtatható előre vagy hátramenetben				
Tartozékok					
Kamera	Fekete-fehér vagy színes CCD video kamera, Ø 23 cm-es monitor 604H x 575V = 347300 pixel		Fekete-fehér vagy színes videokamera Ø 23 cm-es monitorral 384H x567V = 221184 pixel		
Kamera tartozékok	– Felszerelhető tükrök 100 mm-ig – Forgó tükrök 100–200 mm-ig – 200 mm felett oldalirányban elforgatható és 360°-ban körbeforgatható kamera				
Videorekorder	VHS-rendszerű hangfelvétel és feliratozási lehetőséggel				
Szállítható izotóptartó			Max. 20 Ci Ir-192, 200 mm átmérő felett, Yb-169 tartó külön kérésre		
Lézer letapogató			Varratgyök és alapanyaghibák mélységi és síkbeli letapogatása számítógépes vezérléssel		
Örvényáramos szonda			Hegesztési varratok és alapanyag örvényáramos vizsgálata		

Összefoglalóan elmondható, hogy a flexibilis IRIS vizsgálórendszer gazdaságos, gyors és sokoldalú vizsgálóeszköz a felhasználók kezében. Jelenleg Magyarországon egy IRIS-1 típusú berendezés működik a Paksi Atomerőmű Rt-nél.

944 114 151

Néhány gondolat az egyes keménységmérési eljárások összehasonlításáról

Dr. Borbás Lajos

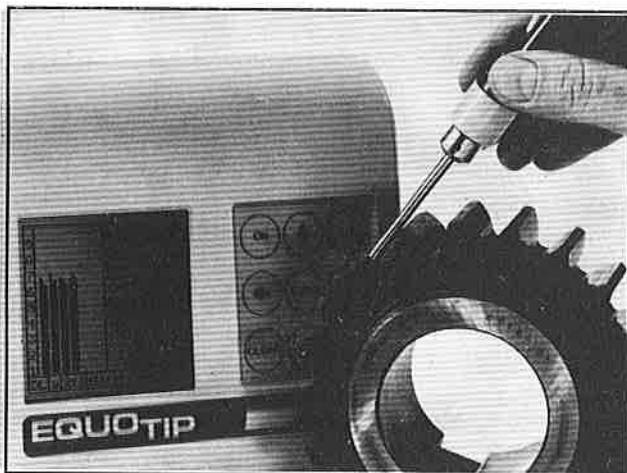
Gyakran kerül szembe az üzemeltető, gyártó, felhasználó azzal a dilemmával, hogy döntenie kell egy-egy mérési eljárás alkalmazása mellett, ugyanakkor nem rendelkezik kellő információval az egyes vizsgálati módok lehetőségeiről azok korlátairól.

A bizonytalanság csak nő, amikor nem csupán a hagyományos, szűrőszerszámmal dolgozó különböző módszerek összehasonlítása a feladat, hanem értékelni kell például egy a megszokottól eltérő, például dinamikus mérési elven működő vizsgálati technika adott feladatra való alkalmazhatóságát.

Túl azon az általános mérés technikai alapigazságon, miszerint eltérő – ráadásul fizikai elvben – mérési módszerek eredményeit csak kellő óvatossággal szabad összehasonlítani, egyre gyakrabban találkozunk azzal az igényel, hogy szempontokat adjunk az adott mérési feladat megoldására alkalmas eszköz megválasztására. Mindazonáltal igényként merül fel legtöbbször a már meglévő, de a választani kívántól eltérő mérési elvet használó technika által nyert információk az új eredményekkel összehasonlíthatók legyenek.

Az eligazítást segíti a Proceq által szerkesztett összehasonlító táblázat (ld.: 116. old.). Az itt közreadott táblázat gondos tanulmányozásával **elsősorban** az egyre szélesebb körű felhasználást nyújtó hordozható, **dinamikus keménységmérési elven működő Equotip mérőműszer szempontjából** vizsgálva tehetünk jó összehasonlítást a hagyományos mérési eljárások hasonló lehetőségeivel. (Az Equotip keménységmérőről már hírt adtunk az Anyagvizsgálók Lapja 1994/1. szám 27. oldalán.)

Nem érdemtelen megemlítenünk, hogy bár hazánkban ma a fizikai működési elvét tekintve az Equotip nem tartozik a hitelesíthető mérőesz-



zők sorába, a világ szinte valamennyi alapanyag-gyártója, késztermék-előállítója és felhasználója használja ezt a mérési technikát tekintettel a mérésekből nyert információ rendkívül széles körű alkalmazhatóságára, a végrehajtás viszonylagos egyszerűségére, a nyert információ további számítógépes feldolgozhatóságára, mindazonáltal már az alapkészülék által is biztosított mérési eredmény statisztikus feldolgozására.

HÍREK

Közös környezetünk Európa '94

A Budapesti Műszaki Egyetem adott otthont augusztus 28–31. között annak a tudományos konferenciának, amelyet a Magyar Mérnökök és Építésszek Világszövetsége Magyarországi Egyesülete kezdeményezett azzal a céllal, hogy a Kárpát-medence környezeti problémáinak feltárásához és leküzdéséhez mozgósítsa és együttműködésre készítse a régió természettudományos és műszaki értelmiségét, amelyben a magyarok a katalizátor szerepét tölthetik be – hangsúlyozta **Pungor Ernő** akadémikus, a konferencia elnöke megnyitó beszédében.

A mintegy 200 erdélyi, vajdasági, felvidéki, kárpátaljai és hazai szakember plenáris és szekciósülés keretében mutatta be és vitatta meg az ökológiai egységet képező Kárpát-medence természetes és művi környezetének állapotára, növény- és állatvilágára, légtérének és vizeinek minőségére, az újabb természetvédelmi parkok létesítésére, a környezet-tel harmonizáló organikus építészeti és településfejlesztési elvek érvényesítésére vonatkozó eredményeket, a műemlék- és természetvédelem összefüggéseit, illetve a jogi szabályozás erőit és hiányosságait. azaz az összkép megannyi értékes mozaikkockáját és egyben az együttműködés, az összehangolt kutatás szükségességét és lehetőségeit. Ha a mindennapok munkája e szellemben folytatódik a térségben, akkor a konferencia szervezői elérték céljukat. Bízunk benne, hogy így lesz!

– ferKo –

A NATO a környezetünkért

Óriási erőfeszítéseket kell tenni az emberiség annak érdekében, hogy Földünket legalább a jelenlegi környezeti állapotában megtartsa. Ehhez a természeti erőforrások kedvezőbb felhasználása mellett radikálisan csökkenteni kell a környezetszennyezést, amely csak új, környezetbarát és kevesebb hulladékot eredményező technológiák és termékek kutatásával, fejlesztésével és széles körű elterjesztésével érhető el.

E nemzetközi összefogást igénylő programot kiemelten támogatja a NATO Tudományos Tanácsa, amelynek közreműködésével Budapesten

szepember 12–15. közötti tudományos munkaülést tartottak a NATO tag- és partnerországaiból érkezett szakértők. Az ülést az USA Környezetvédelmi Irodájának Kockázatsökkentési Laboratóriuma és a Humán Környezetvédelmi és Vegyipari Gépek Kft. szervezte, az IKM, a KTM és az OMFB támogatásával, illetve az ülést befogadó Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem közreműködésével.

Az ülés alkalmával tartott sajtótájékoztatón a szakértők hangsúlyozták, hogy az ún. **tisztább technológiák, tisztább termékek program** eddigi tapasztalatai szerint gazdaságosabban elérhetők a környezetvédelmi célok, mint a hagyományos technológiákhoz utólagosan illesztett hulladékkezelés alkalmazásával. Hazánkban az ipari szerkezetváltás sikeres végrehajtásához hasznosítanunk kell a program eddigi tapasztalatait. Ennek érdekében az új ismereteket be kell illeszteni a felsőfokú szakképzés tananyagába is. Az oktatással, jelentőségének megfelelően, külön szekció foglalkozott.

– ferKo –

REGIONÁLIS MINŐSÉGI KÖZPONT alakult a győri MTESZ-székházban, jelentették be október 12-én. Az oktatással, tanácsadással foglalkozó intézmény – az országos hálózat részeként – három megyét érintően fejti majd ki tevékenységét. Hazai és külföldi cégek tartanak időről időre előadásokat. Október 13-án például **Ives Palmero**, a Bernard Krief tanácsadó cég Rába Rt. átalakításában részt vevő csoportjának vezetője számolt be munkájukról.

(Rába '94/39. sz.)

A MINŐSÉG A DOLGOK LÉNYEGÉT JELENTI, hangsúlyozták a felszólalók azon a bensőséges ünnepségen, amelyen a **Rába Rt. Motor Üzletág, Kovács Gyár és Felületkezelő Gyár** igazgatói átvehették az **ISO szerinti minőségi tanúsítványokat** a Lloyd's társaság képviselőjétől. A minőség és a Rába immár közel egy évszázados, folyamatosan megújuló kapcsolatában ez az esemény fontos állomás, amelyet a rögtönzött termékbemutató is jól szemléltetett.

(Rába '94/41. sz.)

Keménységvizsgálati módszerek összehasonlítása

Jellemzők	EQUOTIP	Brinell		Vickers		Rockwell	
		HB 2.5/187.5	HB 5/750	HV 10	HV 30	HRC	HRB
Az eljárás alkalmas:							
nagy mintákhoz	igen	igen, de	igen, de	igen, de	igen, de	igen, de	igen, de
kis mintákhoz	igen, de	igen	igen	igen	igen	igen	igen
vastag mintákhoz	igen	igen	igen	igen	igen	igen	igen
vékony mintákhoz	igen, de	igen, de	igen, de	igen	igen	igen	igen, de
görbe felületekhez	igen	nem	nem	igen, de	igen, de	igen, de	igen, de
szerkezeti acélhoz	igen	igen	igen	nem	igen	nem	igen
nemesíthető acélhoz	igen	igen	igen	igen	igen	igen	nem
betétedzett mintákhoz	igen	nem	nem	igen	igen	igen	nem
kéregedett mintákhoz	igen, de	nem	nem	igen	igen, de	igen, de	nem
nemvas fémekhez	igen	igen	igen	igen	igen	nem	igen
inhomogén anyagokhoz	nem	igen, de	igen, de	nem	nem	nem	nem
fixen beszerelt mintához	igen	nem	nem	nem	nem	nem	nem
zárt terekhez	igen	nem	nem	nem	nem	nem	nem
gyors keménységvizsgálathoz	igen	nem	nem	nem	nem	igen	igen
műhelyben való felhasználáshoz	igen	igen	igen	igen	igen	igen	igen
A mintákkal szembeni követelmények							
a vizsgálati minta hordozható	igen, de	igen	igen	igen	igen	igen	igen
a vizsgálati felület érdessége	közepes	közepes	közepes	sima	sima	közepes	közepes
a vizsgálati terület mérete	kicsi	közepes	nagy	kicsi	kicsi	közepes	közepes
a minta merev megtámasztása	igen	igen	igen	igen	igen	igen	igen
Az eljárás speciális jellemzői							
a mérés elve	dinamikus	statikus	statikus	statikus	statikus	statikus	statikus
közvetlen keménység érték	igen	nem	nem	nem	nem	igen	igen
automatikus vizsgálati eljárás	igen	nem	nem	nem	nem	igen	igen
3 méréshez szükséges idő	5 másodperc	6 perc	6 perc	9 perc	9 perc	1 perc	1 perc
eljárás szabványosított	nem	igen	igen	igen	igen	igen	igen
digitális kijelzés	igen	nem	nem	nem	nem	igen	igen
átváltás lehetséges	igen	igen	igen	igen	igen	igen	igen
mérési tartomány	széles	korlátozott	korlátozott	széles	széles	korlátozott	kicsi
a mérés bizonytalansága	kicsi	közepes	közepes	kicsi	kicsi	nagy	nagy
Young modulus hatása	közepes	kicsi	kicsi	kicsi	kicsi	közepes	közepes
mérés minden irányban lehetséges	igen	nem	nem	nem	nem	nem	nem
vizsgálati bemélyedés mérete	kicsi	közepes	nagy	kicsi	kicsi	közepes	nagy
bemélyedés mélysége 250 HV-nál	20 µm	100 µm	200 µm	40 µm	70 µm	160 µm	130 µm
A kezelővel szembeni követelmények							
nagyfokú jártasság szükséges	nem	igen	igen	igen	igen	nem	nem
nagy pontosság szükséges	nem	igen	igen	igen	igen	nem	nem
egyszerű értékelés	igen	nem	nem	nem	nem	igen	igen
leolvasási hiba lehetséges	nem	igen	igen	igen	igen	nem	nem
értékelési hiba lehetséges	nem	igen	igen	igen	igen	nem	nem
A műszer jellemzői							
a műszer mozgatható	igen	nem	nem	nem	nem	nem	nem
elemmel működtetett	igen	nem	nem	nem	nem	nem	nem
csere szolgáltatás elérhető	igen	igen, de	igen, de	igen, de	igen, de	igen, de	igen, de
árkategória	alacsony	közepes	közepes	magas	magas	alacsony	alacsony
Befolyást gyakorolnak							
hőmérséklet	normál	normál	normál	normál	normál	normál	normál
rezgés	kicsi	kicsi	kicsi	nagy	nagy	kicsi	kicsi
a minta kúszása a vizsgálat alatt	közepes	nagy	nagy	közepes	közepes	közepes	nagy
nedvesség, szennyeződés	kicsi	közepes	közepes	nagy	nagy	kicsi	kicsi
Érzékeny							
a szűrőszerszám-sérülésre	kicsi	közepes	közepes	nagy	nagy	nagy	nagy
az anyagban visszamaradt feszültségekre	nagy	kicsi	kicsi	kicsi	kicsi	közepes	közepes

Oktatási szeminárium a minőségért

Kezdeményezés az EOQ által elismert minőségügyi oktatási rendszer kidolgozására

A magyar termékek és szolgáltatások nemzetközi, kiemelten európai elfogadtatása mind erőteljesebben követeli meg a hazai gyártók és szolgáltatók minőségbiztosítási rendszerének kiépítését, valamint az ilyen rendszerek megfelelőség-tanúsítását és külföldi elismertetését. Az utóbbi évek tendenciája azt bizonyítja, hogy ezt nagyban megkönnyíti, ha olyan szakemberek működnek ezeken a területeken, akik nemzetközi/európai elismertségű oktatásban részesültek, és ennek megfelelő bizonyítvánnyal, oklevéllel rendelkeznek.

Az Magyar Szabványügyi Hivatal, a hazai oktatóhelyek bevonásával, korábbi oktatási tapasztalatai, valamint külföldi példák alapján az előzőeknek megfelelő, összehangolt, az erők egybefogásával kidolgozott magyar minőségügyi oktatási rendszer kialakítását tartja célszerűnek. Ehhez nagy segítséget ad az EOQ által kiadott oktatási irányelv, amelynek teljesítésével az európai szintű elfogadtatás is lehetővé válik.

A hazai oktatási rendszer kialakításához, ezen belül egy-egy intézményfajta helye és feladatai, valamint az oktatási szintek meghatározásához igen jó példaként szolgál a német nyelvterületen használt és elismert DGQ/ÖVQ/SAQ oktatási rendszer.

A hazai összehangolt lépések előkészítése céljából 1994. szeptember 19–20-án, a Magyar Szabványügyi Hivatalban, kétnapos oktatási szemináriumot rendeztünk, amelynek célja az EOQ oktatási irányelveinek, továbbá a DGQ/ÖVQ/SAQ oktatási blokkjainak bemutatása (ábra) és hazai bevezetési lehetőségeinek megvitatása volt.

A szemináriumon a következő előadások hangzottak el:

- Bevezető előadások a szeminárium céljáról és a hazai minőségügyi oktatás jelenlegi helyzetéről (Csanády Andrásné dr. az OMFB elnökhelyettese, Pónyai György az MSZH elnöke);
- az EOQ oktatási irányelvei (Lakatos Károly az EOQ MNB Oktatási Bizottságának titkára);
- a minőségügyi oktatás és a műszaki fejlesztés kapcsolata (Mokry J. Ferencné az OMFB főosztályvezetője);
- jogi szabályozás – szabványosítás – tanúsítás a minőségügyi képzés szempontjából (Földesi Tamás az MSZH főtanácsosa);
- a minőségügyi oktatás szerepe a vállalati minőségbiztosítási rendszerek bevezetésében és tanúsításában (F. Rausch az IR3 Video International Kft. ügyvezető igazgatója);
- egy lehetséges példa a magyar oktatási rendszerre: a DGQ/ÖVQ/SAQ oktatási

rendszerének bemutatása (V. Seitschek az ÖQS elnöke, az ÖVQ alelnöke);

- a minőségbiztosítás alapvető kérdései és eszközei, Q- és QA-blokkok szakmunkások, technikusok és ügyintézők részére (Tóthné dr. Veinperl Ilona az MSZH titkára);
- a minőségirányítási rendszerek elemei és gyakorlati megvalósítása QB- és QM-blokkok technikusok, mérnökök, üzemgazdászok és menedzserek részére (Szabó T. Árpád szakértő);
- problémaelemzési statisztikai technikák és megbízhatóság-elemzési módszerek, QII-blokk (Dr. Balogh Albert szakértő);
- auditorképzés és szakauditorképzés (Dr. Rozsondai Zoltán az MSZH főtanácsosa).

Az oktatási szemináriumra jelentkezett résztvevők és a meghívott minisztériumok, intézmények stb. száma összesen 32 volt.

A szeminárium második napján megrendezett kerekasztalvita a következő intézmények képviselői mondták el véleményüket: OMFB, Ipari és Kereskedelmi Minisztérium, Controll Min. Fejl. Tanácsadó Iroda, Qualipro Kft., Országos Atomenergia Hivatal, Nemzeti Szakképzési Intézet, Király E. Szakközépiskola és Szakmunkásképző Int., Magyar Minőség Társaság, Dunaferri Qualitest Minőségügyi Kft., EOQ Magyar Nemzeti Bizottság, Magyar Szabványügyi Hivatal.

Az elhangzott vélemények, észrevételek, javaslatok alapján a résztvevők a következő ajánlásokat fogadták el:

1. El kell készíteni egy magyar tantervet a minőségügyi oktatás céljaira.
2. A magyar tanterv feleljen meg az EOQ irányelveinek, hogy azt majd az EOQ-val el lehessen fogadtatni.
3. A magyar tanterv kialakításakor a DGQ/ÖVQ/SAQ tantervét célszerű alapul venni,

ni, természetesen a magyar viszonyokra átdolgozva.

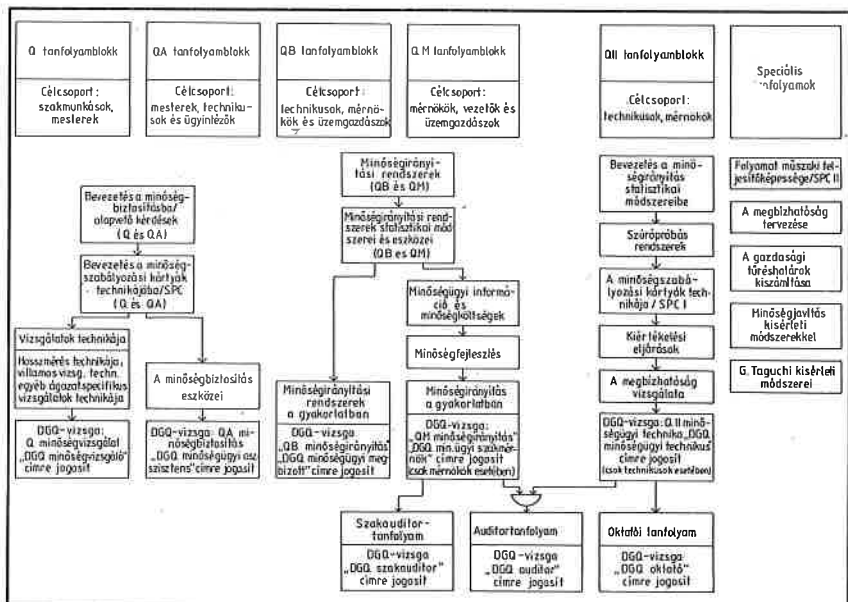
4. A résztvevők támogatják egy magyar oktatási cselekvési program kidolgozását, amely kiosztja a feladatokat, és megjelöli a megvalósításához szükséges pénzügyi alap forrásait.

- Az EOQ Magyar Nemzeti Bizottsága és az MSZH elkészíti a magyar oktatási cselekvési program javaslatát és azt az érdekeltekkel széles körben egyezteteti.
- Az EOQ Magyar Nemzeti Bizottsága és az MSZH felkutatja a cselekvési program megvalósításának pénzügyi feltételeit (pl. közös pályázat útján).
- A program keretében ki kell dolgozni az egyes tanfolyamok, illetve oktatási intézmények minőségügyi rendszerének tanúsítási feltételeit, a vizsgák rendszerét (ez például az MSZH feladata lehetne), és a szakemberek regisztrálási rendszerét (ez például az EOQ MNB feladata lehetne).
- Meg kell vizsgálni, hogy milyen feltételek teljesítése szükséges ahhoz, hogy az EOQ MNB által jóváhagyott tananyagot az EOQ elfogadja.

Az egységes magyar minőségügyi oktatási rendszer kidolgozásának előkészítését egy operatív bizottság fogja végezni. Az operatív bizottság megalakítása előtt, a feladatok meghatározása céljából az EOQ Magyar Nemzeti Bizottsága és az MSZH cselekvési programjával dolgoz ki, amely széles körben kerül egyeztetésre.

A Magyar Szabványügyi Hivatal kezdeményezésére, a hazai oktatóhelyek összefogásával és oktatási tapasztalatainak hasznosításával, az érdekeltek bevonásával megkezdődik az EOQ által elfogadható magyar minőségügyi oktatási rendszer kidolgozása, amelynek működését széleskörű munkamegosztással javasoljuk megvalósítani.

Varga Sándorné
944 117 028



* Németország, Ausztria, Svájc minőségügyi egyesületei

Zömítés kísérleti és szimulációs vizsgálata

Dr. Krállics György* – Tatár Levente* – Dr. Lovas Jenő*

A zömítés az olyan anyagvizsgálati mérések közé tartozik, amellyel adott anyagok alapvető alakítástechnológiai paramétereit lehet meghatározni. Jelen munkánkban azt elemeztük, hogy a végeselemes mechanikai modellezéssel milyen pontosan lehet a fenti kísérletet szimulálni és ezáltal olyan mennyiségeket is meghatározni, amelyek közvetlenül nem mérhetők. Így például a próbatesten belüli alakváltozás és feszültség-eloszlások.

A mérések és a számítások elvégzése előtt összefoglaljuk a különböző alakváltozási mennyiségek értelmezését, mivel a mérés és a végeselemes modellezés eredményeinek összehasonlítása megköveteli ezek helyes alkalmazását.

Fogalmak, összefüggések

Nagyon gyakran használják az ún. logaritmikus alakváltozás fogalmát, amelyet homogén alakváltozás és egyszerű testek esetén (pl. hasáb, henger, gömb) a fő méretek megváltozásával tudunk jellemezni.

Vizsgáljunk egy (d_0, h_0) kiinduló méretekkel jellemzett hengeres próbatestet amely az alakváltozás során nem hordósodik, és így egyértelműen jellemezhető (d, h) méretekkel. Hengerkoordináta-rendszerben vizsgálva a zömítési folyamatot megállapítható, hogy a koordináta tengelyek egyben a főalakváltozások irányai is. Ebben az esetben az egyes logaritmikus alakváltozások az egyes főirányokban meghatározott méretváltozásokból az alábbiak szerint számolhatók:

$$\phi_1 = \ln \frac{d}{d_0}, \quad \phi_2 = \ln \frac{d}{d_0}, \quad \phi_3 = \ln \frac{h}{h_0} \quad (1)$$

A fenti mennyiségek az ún. logaritmikus alakváltozási tenzor főirányokra transzformált alakjának a főállásban lévő elemeit határozzák meg.

$$[\phi_{ij}] = \begin{bmatrix} \phi_1 & 0 & 0 \\ 0 & \phi_2 & 0 \\ 0 & 0 & \phi_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} \ln \frac{h_0}{h} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \ln \frac{h_0}{h} & 0 \\ 0 & 0 & \ln \frac{h}{h_0} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Abban az esetben, ha az alakváltozás nem homogén, a logaritmikus alakváltozás szintén értelmezhető, de ekkor nem a test globális méreteit kell felhasználni, hanem a főirányokban az alakváltozás kezdetén egy-egy anyagi ívelemet $(ds)_i$ kell kijelölni, majd ezeket az elemeket az alakváltozás után kell megmérni $(ds)_f$. Ezekből a mennyiségekből származtathatók a különböző alakváltozási tenzorok.

$$\phi_i = \left(\ln \frac{ds_f}{ds_i} \right) = \frac{1}{2} \ln C_i = \frac{1}{2} \ln (2E_i + 1) = -\frac{1}{2} \ln c_i = -\frac{1}{2} \ln (1 - 2\epsilon_i) \quad (3)$$

ahol C_i – a Green-féle, c_i – a Cauchy-féle, E_i – a Lagrange-féle, ϵ_i – az Euler-féle alakváltozási tenzor főértékei. Az egyes alakváltozási tenzorok az alakváltozási gradienssel $D = \partial r / \partial R$ kifejezve az 1. táblázatban vannak összefoglalva.

1. táblázat

Különböző alakváltozási tenzorok

Green-féle	Cauchy-féle	Lagrange-féle	Euler-féle
$C = D^T \cdot D$	$c = (D^{-1})^T \cdot D^{-1}$	$E = 0.5(D^T \cdot D - I)$	$e = 0.5(I - (D^{-1})^T \cdot D^{-1})$

ahol I – az egységtenzor

Ha a logaritmikus alakváltozási tenzort nem csak a főalakváltozások rendszerében akarjuk felírni, akkor az egyes koordináták az alábbiak:

$$\phi_{ij} = \phi_i \alpha_j^I + \phi_j \alpha_i^{II} + \phi_k \alpha_i^{III} \alpha_j^{III} \quad (4)$$

ahol $\alpha_i^I, \alpha_i^{II}, \alpha_i^{III}$ az Euler vagy a Lagrange-féle alakváltozási tenzorok főirányainak iránykoszinuszai attól függően, hogy a főalakváltozások irányát a test alakváltozott vagy a kezdeti konfigurációjához kötött koordináta-rendszerben írjuk fel.

A fenti tenzorokat hengeres test homogén alakváltozása esetén az alábbiak szerint határozzuk meg. A test Lagrange-féle (azonosító) koordinátái $X^1 = R, X^2 = \Phi, X^3 = Z$. Az Euler-féle (tér) koordináták $x^1 = r, x^2 = \varphi, x^3 = z$. A Descartes-féle és a görbevonalú koordináták közötti kapcsolat az alábbi:

$$R = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R \cos \Phi \\ R \sin \Phi \\ Z \end{bmatrix}, \quad r = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r \cos \varphi \\ r \sin \varphi \\ z \end{bmatrix} \quad (5)$$

Az alsó és felsőindexes bázisvektorok az azonosító és a tér koordináta-rendszerben az alábbiak [1]:

$$\begin{aligned} G_1 &= \frac{\partial R}{\partial X} = i \cos \Phi + j \sin \Phi = G^1, & G_2 &= \frac{\partial R}{\partial \Phi} = -iR \sin \Phi + jR \cos \Phi = G^2, \\ G_3 &= \frac{\partial R}{\partial Z} = k = G^3, \\ g_1 &= \frac{\partial r}{\partial x} = i \cos \varphi + j \sin \varphi = g^1, & g_2 &= \frac{\partial r}{\partial \varphi} = -ir \sin \varphi + jr \cos \varphi = g^2, \\ g_3 &= \frac{\partial r}{\partial z} = k = g^3 \end{aligned} \quad (6)$$

ahol i, j, k a Descartes-féle koordináta-rendszer egységvektorai. A metrikus tenzorok a fenti két koordináta-rendszerben:

$$[G_{\alpha\beta}] = G_\alpha G_\beta = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & R^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad [g_{\alpha\beta}] = g_\alpha g_\beta = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & r^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

A tengelyszimmetria és a térfogat-állandóság alapján a mozgástörvény

$$x^1 = X^1 \sqrt{\frac{h_0}{h}}, \quad x^2 = X^2, \quad x^3 = X^3 \frac{h}{h_0} \quad (8)$$

Az alakváltozási gradiens és az inverz alakváltozási gradiens tenzorok

$$D = \frac{\partial x^i}{\partial X^j} g_i \otimes G^j, \quad D^{-1} = \frac{\partial X^k}{\partial x^l} G_k \otimes g^l \quad (9)$$

koordinátái:

$$\begin{aligned} \frac{\partial x^1}{\partial X^1} &= \sqrt{\frac{h_0}{h}}, & \frac{\partial x^2}{\partial X^2} &= 1, & \frac{\partial x^3}{\partial X^3} &= \frac{h}{h_0}, & \frac{\partial x^i}{\partial X^j} &= 0, \text{ ha } i \neq j \\ \frac{\partial X^1}{\partial x^1} &= \sqrt{\frac{h}{h_0}}, & \frac{\partial X^2}{\partial x^2} &= 1, & \frac{\partial X^3}{\partial x^3} &= \frac{h_0}{h}, & \frac{\partial X^i}{\partial x^j} &= 0, \text{ ha } i \neq j \end{aligned} \quad (10)$$

vagyis

$$[D^T] = \begin{bmatrix} \sqrt{\frac{h_0}{h}} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{h}{h_0} \end{bmatrix}, \quad [D^T]^{-1} = \begin{bmatrix} \sqrt{\frac{h}{h_0}} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{h_0}{h} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Az egyes alakváltozási tenzorokat az azonosító vagy a tér koordináta-rendszer bázisaiban írhatjuk fel. Ennek megfelelően

* BME Mechanikai Technológia és Anyagszerkezetek Intézet

$$C = C_{KL} G^K \circ G^L, \quad C_{KL} = \frac{\partial x^p}{\partial X^K} \frac{\partial x^q}{\partial X^L} g_{pq}$$

$$c = c_{pq} g^p \circ g^q, \quad c_{pq} = \frac{\partial X^K}{\partial x^p} \frac{\partial X^L}{\partial x^q} G_{KL}$$

$$[C_{KL}] = \begin{bmatrix} \frac{h_0}{h} & 0 & 0 \\ 0 & r^2 & 0 \\ 0 & 0 & \left(\frac{h}{h_0}\right)^2 \end{bmatrix}, \quad [c_{pq}] = \begin{bmatrix} \frac{h}{h_0} & 0 & 0 \\ 0 & R^2 & 0 \\ 0 & 0 & \left(\frac{h_0}{h}\right)^2 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$E = E_{KL} G^K \circ G^L, \quad E_{KL} = \frac{1}{2}(C_{KL} - G_{KL}),$$

$$e = e_{pq} g^p \circ g^q, \quad e_{pq} = \frac{1}{2}(g_{pq} - c_{pq}),$$

$$[E_{KL}] = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}\left(\frac{h_0}{h} - 1\right) & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2}(r^2 - R^2) & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2}\left(\left(\frac{h}{h_0}\right)^2 - 1\right) \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$[e_{pq}] = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}\left(1 - \frac{h}{h_0}\right) & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2}(r^2 - R^2) & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2}\left(1 - \left(\frac{h_0}{h}\right)^2\right) \end{bmatrix}$$

Az alakváltozás mértékét valamely anyagi pontban az alábbi egyenlet szerint határozzuk meg:

$$\varepsilon_{eq} = \int_0^t V_{eq} d\tau \quad (14)$$

ahol V_{eq} – az egyenértékű alakváltozási sebesség, amely a fő alakváltozási sebességekkel (V_i) kifejezve

$$V_{eq} = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(V_1 - V_2)^2 + (V_2 - V_3)^2 + (V_3 - V_1)^2} \quad (15)$$

Monoton alakváltozás esetén [2], $V_i = d\phi_i/dt$. A 2. egyenlet és a $dh/dt = v_0$ alapján

$$V_1 = \frac{v_0}{2h}, \quad V_2 = \frac{v_0}{2h}, \quad V_3 = -\frac{v_0}{h}, \quad V_{eq} = \frac{v_0}{h} \quad (16)$$

ahol v_0 – a zömítőlap sebessége.

Az alakváltozás mértéke a 14. összefüggés szerint $\varepsilon_{eq} = \ln(h_0/h)$, amely a teljes térfogatban állandó.

Kísérletek

A zömítő vizsgálatokat MTS 810 típusú 250 kN mérőhatárú univerzális anyagvizsgáló berendezésen végeztük. Az $\varnothing 15 \times 18.7$ mm-es hengeres alakú alumínium ötvözetű próbatetek felületére a lokális alakváltozás méréséhez a félmagasságban 2 db HV 5 Vickers lenyomatot vittünk fel egymástól $a_0 \approx 1$ mm távolságra.

A próbateteket félmagasságig négyoszlopos szerszámban sima, illetve érdesített nyomólapok között zömítettük átlagosan 10 lépésben, $v \approx 2$ mm/perc alakító sebesség mellett.

Az egyes lépések között a darabokat kivéve mikrométerrel mértük a maximális és minimális átmérőket, valamint mérőmikroszkópon a két HV 5 jeltáv értékét. A darabok hordósodása következtében a mérőjelek a deformálódott hengerpalástra kerülnek. A görbületi sugarak lemérése után megállapítottuk, hogy a valódi ívhossz, illetve a mikroszkópon mért vetületi ívhosszak közötti különbség csak az ötödik tizedesjegyben keletkezik, így ezt a különbséget elhanyagoltuk.

Minden egyes lépésnél regisztráltuk az adott deformáció létrehozásához szükséges erő értékeket is. Mivel a méréseket a próbatest kivétele után terheletlen állapotban végeztük, így csak a logaritmikus képlékeny

alakváltozási tenzor főértékeit tudjuk meghatározni. A próbatest félmagasságában az átmérő és a jeltáv méretváltozása alapján a 3. egyenlet szerint:

$$\phi_1^p = \ln \frac{d}{d_0}; \quad \phi_2^p = \ln \frac{a}{a_0}, \quad \phi_3^p = -(\phi_1^p + \phi_2^p) \quad (17)$$

ahol d_0, d – a próbatest kezdeti és alakváltozott átmérője a magasság felében, a_0, a – a Vickers lenyomat távolsága a kezdeti és az alakváltozott állapotban.

A mérési eredményeket a próbatest elmozdulásának (s) a függvényében az alábbi egyenletekkel közelítettük

$$\phi_1^p = \frac{1}{2} \ln \frac{h_0}{h_0 - s} + \sum_{i=1}^n c_i s^{i+1}$$

$$\phi_2^p = -\ln \frac{h_0}{h_0 - s} + \sum_{i=1}^n b_i s^{i+1} \quad (18)$$

Az alakváltozás mértékének meghatározását a fentiekben ismertetett módon végeztük felhasználva, hogy a próbatest vizsgált pontjában teljesül az alakváltozás monotonitásának egyik feltétele, vagyis az alakváltozási sebességtenzor főirányai a teljes alakváltozás alatt párhuzamosak. A feszültségállapot meghatározását a Levy–Mises anyagtörvény felhasználásával végeztük el.

$$\sigma_{ij} - \sigma_0 = \frac{2}{3} \frac{\sigma_{eq}}{V_{eq}^p} V_{ij}^p \quad (19)$$

ahol σ_0 – a közepes feszültség, V_{ij}^p – a képlékeny sebességtenzor komponense. Figyelembe véve, hogy a vizsgált pontban a feszültség főirányok a koordináta-tengelyekkel párhuzamosak, valamint a $\sigma_{rr} = \sigma_{\theta\theta} = 0$, az egyes feszültségkomponensek az alábbiak:

$$\sigma_1 = \frac{2}{3} \frac{\sigma_{eq}}{V_{eq}^p} (V_1^p - V_2^p), \quad \sigma_3 = \frac{2}{3} \frac{\sigma_{eq}}{V_{eq}^p} (V_3^p - V_2^p) \quad (20)$$

Végeselemes modellezés

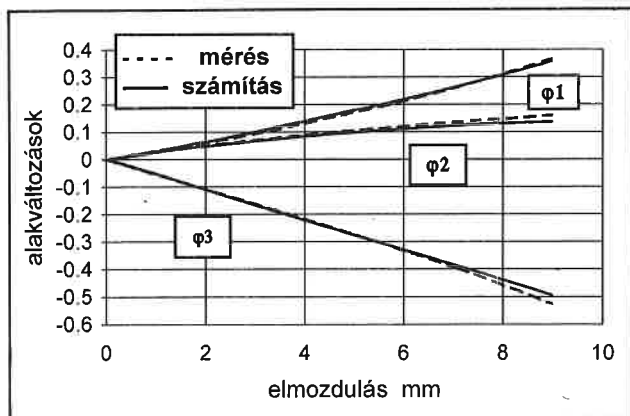
A végeselemes modellezést az ANSYS 5.0 rendszerrel végeztük el [3], amely többek között anyagi és geometriai nemlinearitások figyelembevételére is alkalmas. A számításoknál 56 darab 8 csomópontos kvadrátikus elemet használtunk.

Az alumíniumötvözet rugalmassági modulusa $E_{al} = 70000$ MPa, Poisson tényezője $\nu_{al} = 0.3$, folyási határa $R_0 = 135$ MPa. Az egyenértékű feszültség – egyenértékű képlékeny alakváltozás egyenletének paramétereit $c_1 = 224$ MPa, $c_2 = 0.2$. A teljes alakítási folyamatot 50 lépésre bontottuk fel.

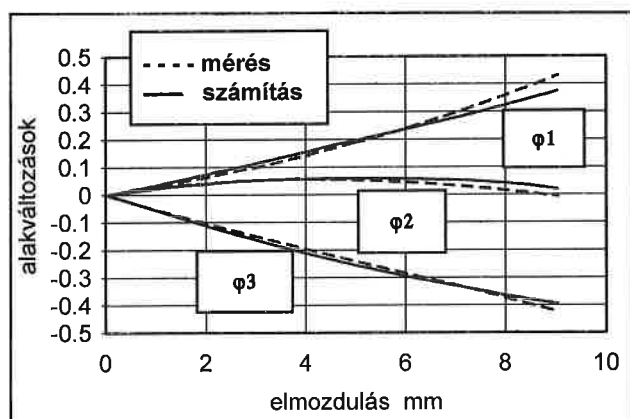
A mérési és számítási eredmények összehasonlítása

A fentiekben ismertetett módon kísérlettel, illetve számítással meghatároztuk a logaritmikus alakváltozási tenzor főértékeit (1–2. ábra) a hengeres próbatest félmagasságában. A teljes tapadás esetén (2. ábra) a felületi pont közel síkalakváltozási állapotban van. A vizsgált pont feszültségtenzorának σ_1 és σ_3 főértékei a 3–4. ábrán láthatók. A 4. ábrából következik, hogy az alakítási folyamat előrehaladtával a vizsgált felületi pontban közel egytengelyű feszültségállapot alakul ki. Az alakítási folyamat erőszükséglete 5–6. ábrán látható. A súrlódás alakváltozást gátló hatása látható a 7. ábrán ahol homogén alakváltozás függvényében ábrázoltuk a vizsgált anyagi környezet tényleges alakváltozási mértékét.

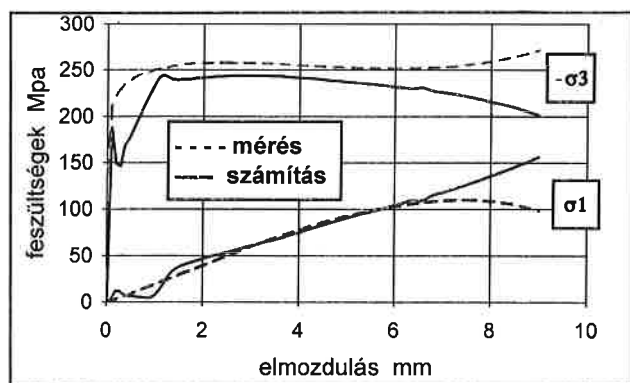
Az eredmények összehasonlítása alapján megállapítható, hogy az alakváltozási jellemzők végeselemes modellezése nagyon jól megközelíti a mért értékeket. A számított és a mért erők esetében az eltérés az előzőeknél nagyobb. A súrlódási tényező növelésével a vizsgált pontban a homogén alakváltozástól való eltérés nő.



1. ábra A logaritmikus alakváltozási tenzor főértékeinek változása a próbatest vizsgált pontjában az alakítási folyamat során. A súrlódási tényező értéke $\mu \approx 0.05$



2. ábra A logaritmikus alakváltozási tenzor főértékeinek változása a próbatest vizsgált pontjában az alakítási folyamat során. A súrlódási tényező értéke $\mu \approx 0.57$

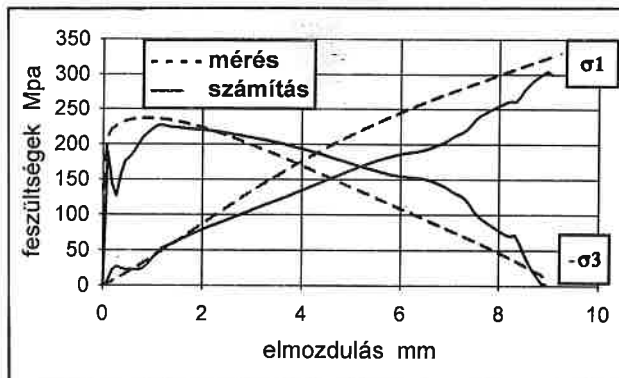


3. ábra A feszültség-tenzor főértékeinek változása a próbatest vizsgált pontjában az alakítási folyamat során. A súrlódási tényező értéke $\mu \approx 0.05$

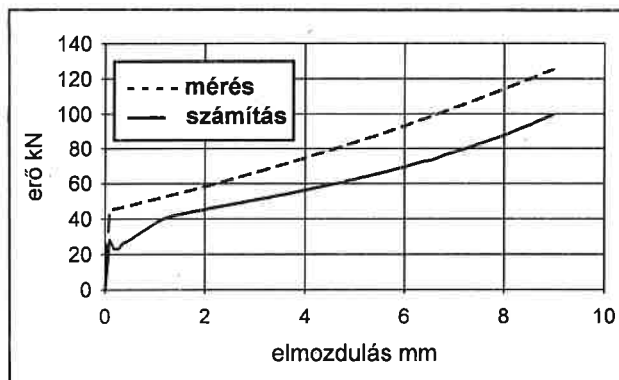
944 118 065/148/013

Irodalom

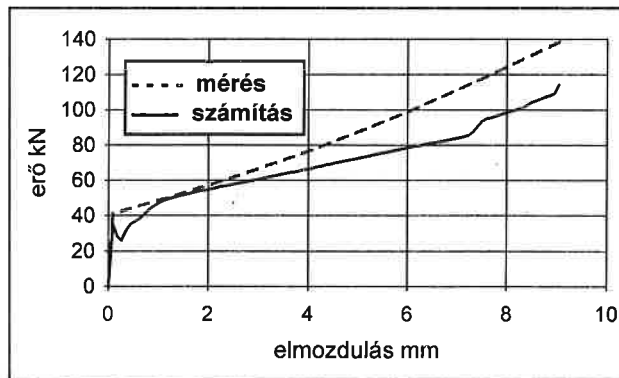
- [1] Béda Gy.; Kozák I.; Verhás J.: Kontinuum-mechanika. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1986.
- [2] Szmirnov-Aljájev: Szaprotlivlenije materialov plasticszeszkomu deformirovanu-jú. Mosgiz, Moskva, Leningrád 1961.
- [3] Ansys User's Manual for revision 5.0. Volume IV. Theory. Swanson Analysis Systems Inc. Johnson Road Houston, PA 15342-0065.



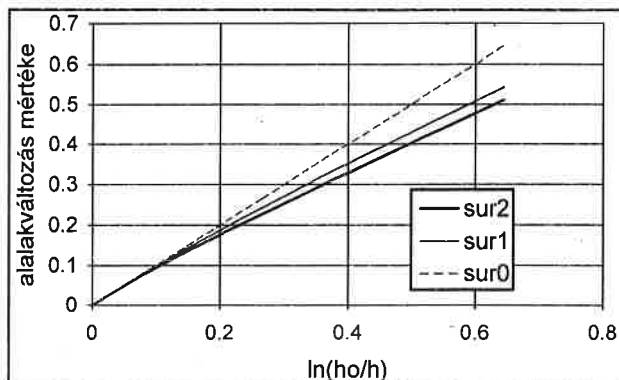
4. ábra A feszültség-tenzor főértékeinek változása a próbatest vizsgált pontjában az alakítási folyamat során. A súrlódási tényező értéke $\mu \approx 0.57$



5. ábra Zömítés erőszükséglete az alakítási folyamat során. A súrlódási tényező értéke $\mu \approx 0.05$



6. ábra Zömítés erőszükséglete az alakítási folyamat során. A súrlódási tényező értéke $\mu \approx 0.57$



7. ábra A tényleges alakváltozás mértéke a homogén alakváltozás függvényében. $\text{sur0} - \mu = 0$, $\text{sur1} - \mu \approx 0.05$, $\text{sur2} - \mu \approx 0.57$

Az Európai Szerkezetintegritási Társaság konferenciája

Az European Structural Integrity Society (ESIS) soron következő, immáron jubileumi tizedik ülést Berlinben rendezte meg 1994. szeptember 20–23-án. A törések okaival, azok kiküszöbölésével, a káresetek csökkentésének lehetőségével foglalkozó konferencia a hagyományoknak megfelelően most is az érdekelt szakemberek széles körét mozgósította. Ez tükröződött az előadásra jelentkezők nagy számában is, hisz mintegy 260 rövid kivonatot kellett a szervezőknek és az általuk felkért szakembereknek elbírniuk. A korlátozott idő és a jelentkezők nagy számának kompromisszumaként 85 orális és 103 poszter előadás került elfogadásra. A kulturális program időigényét (fél nap) is figyelembe véve a konferencia programja érthetően nagyon zsúfolt volt, következésképpen eleve kizárt annak lehetősége, hogy valamennyi előadást meg lehetett volna hallgatni. A szervezők úgy igyekeztek orientálni a résztvevőket, hogy kulcsfontosságúnak ítélt témakörökben ún. „keynote” előadásokat szerveztek, amelyek átölelték az adott tématerületek legfontosabb eddigi eredményeit. Ezen előadások időpontja semmilyen más programmal nem ütközött. A témakörök a következők voltak:

- Egységes ISO szabványok kidolgozása a törésmechanikai vizsgálatok területén
- Repedésterjedési vizsgálat egyidejű fáradás-kúszás során
- A korlátozott alakváltozás figyelembevétele a szerkezetek törésének kiküszöbölésére
- A szívós törés mikromechanizmusai és statisztikus sajátosságai
- A korróziós közegben kvázistatikus terheléssel végzett törésmechanikai vizsgálatok szabványosításának helyzete
- A környezeti hatásra keletkező repedéseket tartalmazó szerkezetek maradék élettartamának becslése
- A törésmechanikai anyagjellemzők felhasználhatósága a szerkezeti integritás becslésénél
- Törések növelt hőmérsékleteken, a maradék élettartam becslésének módszerei
- A repedéskinyílás és a széleslemez-vizsgálat eredményei hegesztett kötéseknel
- A hibák hatásának becslésére alkalmazott módszerek a rugalmas-képlékeny alakváltozások tartományában (failure assessment diagrams)

Az orális előadások tematikai döntő többségükben e témakörökhöz közvetlenül csatlakoztak. Ezeknél a következő csoportosítást tartották szem előtt a szervezők:

- Az anyagok szívós viselkedése
- Az anyagok tulajdonságai növelt hőmérsékleteken
- Speciális törésmechanikai problémák
- Korlátozott alakváltozás hatása a törésre
- Törések komplex terhelés során
- Szívós-rideg átmenet
- Hegesztett kötések törése
- Szerkezetek integritásának becslésére alkalmas módszerek
- Rideg törések
- Fáradás.

Ezen témakörökhöz kapcsolódtak a poszterek döntő hányada. Egyedül a kísérleti technikák, a kompozit anyagok törése, a dinamikus terhelés okozta törések, ill. a repedéscsúcs környezetének elemzése voltak azok a területek, amelyek kizárólagosan a posztereken jelentek meg.

A Berlini Kongresszusi Központban (a volt Kelet-Berlin területén) megrendezett konferencián az öt földrész mintegy 30 országának több mint 300 résztvevője jelent meg. Ez természetesen nagy feladatot jelentett a szervezőknek, akik ezt kiválóan oldották meg. Legnagyobb számban természetesen a rendező Németország képviseltette magát. Sajnálatlalt kellett megállapítani, hogy hazánkban – amely teljes jogú tagja az ESIS-nek – egyedül én vehettem részt. Ennek egyik meghatározó oka a hazai mércével mért rendkívül magas részvételi díj (1150 DM, ill. az előadóknak 970 DM), amelyre az utazási és a szállodai, valamint a megélhetési költségek mint kiegészítő kiadások rakódnak.

A konferencia szakmai értékelésére ilyen rövid idő távlatából nem lehet vállalkozni. Azt az előadásokon elhangzottak és a kiadvány részle-

tes áttanulmányozása után lehet csak megtenni. A kiadvány minden hazai érdeklődő számára rendelkezésre áll, egy-egy hétre szívesen megküldöm.

E konferencia volt az első, amelyen különböző kitüntetések adományoztak az ESIS-ben végzett szakmai és szervező munka elismerésére. A Wöhler-emlékérmét **J. Petit** (Franciaország), a Griffith-emlékérmét **B. A. Bilby** (Anglia), az ESIS-érmet **L. H. Larsson** (a korábbi elnök) kapta, míg a tiszteletbeli tag kitüntető címet **D. Francois**-nak ítélte az ESIS kitüntetésekkel foglalkozó bizottsága. Ezzel egyidőben választották meg a **Német Anyagvizsgáló Társaság (DVM) tiszteletbeli tagjának** a francia **D. Francois**-t és a holland **J. Schijve**-t.

Az esték többnyire a különböző szakmai csoportok, ill. az ESIS végrehajtó bizottságának üléseivel telt el. Ez utóbbit **Dr. Czoboly Ernő**, az ESIS Magyar Nemzeti Bizottság elnökének felhatalmazása szerint képviseltem az e szervezetbe tömörült hazai szakembereket. Ezen ülés legfontosabb mozzanatainak a következőket tartom:

- a soron következő, ESIS 11. helye Franciaország, időpontja 1996. szeptember 3–6.
- az ESIS 12. konferenciája Sheffield-ben kerül megszervezésre,
- erősíteni kell az ESIS hivatalos lapjának a Fracture and Fatigue of Engineering Materials and Structures terjesztéséhez kapcsolódó tevékenységet (hazánk ilyen szempontból katasztrofálisan rossz helyzetben van, mindössze egyetlen példány van Miskolcon),
- az igen magas szakmai színvonalat hordozó ESIS speciális publikációs tevékenységet erősíteni kell (az eddig megjelent 14 kötetet célszerű bővíteni),
- a tisztségviselők újraválasztására az alapszabály szerint fog sor kerülni (a választások során a kelet-európai országok érdekeit én képviselhetem),
- a Technikai Bizottságokban folyó munka általában kielégítő, de egyes helyeken a vezetők megújítása indokolt (különösen a TC 2-ben),
- Technikai Bizottság létrehozására (szerkezetek öregedésének megítélésével foglalkozó bizottság) tett javaslatot megvitatta az az álláspont alakult ki, hogy a célszerű formát az *ESIS News Letter*-ben közzé kell tenni, majd a beérkező észrevételek figyelembevételével a javasolt végleges formát a következő VB ülés elé kell terjeszteni,
- indokoltnak tűnik a kelet-nyugati együttműködés erősítése az ESIS szolgáltatta kereteken belül (pl. közös pályázatok előkészítése után az intézetek, személyek által elnyert pályázatok keretében folyó munkákhoz való szabad, de saját költségen való bekapcsolódás elősegítése ESIS TC-hez való kapcsolódással).

Jó érzéssel tapasztalhattam azt, hogy a hazánkban rendezett konferenciáknak (a korábban Budapesten szervezett ESIS konferencia, ill. az utóbbi időben Miskolcon tartott *Teaching and Education in Fracture and Fatigue* – 1993 és 1994, ill. a *XII. International Colloquium on Mechanical Fatigue of Metals* – 1994 –) igen kedvező visszhangja van és ez segíti egyrészt a hazai munka elismertetését, másrészt azt, hogy a szakemberek egyre inkább elfogadják, sőt igénylik a magyarországi rendezvényeket. Ebben a szellemben készíthük elő az ESIS TC 5 ülést (1995, április eleje, Miskolc), ill. a törésmechanika gyakorlati alkalmazásának elősegítését célzó ESIS nyári iskolához kapcsolódó pályázatokat.

Összefoglalva úgy ítélem, hogy a konferencián való részvételem nem csupán számomra volt igen hasznos, hanem sikerült a kapcsolatokat olyan módon alakítani, hogy abból a hazai szakemberek szélesebb köre is profitálhat. Mindezekre nem lett volna lehetőség, ha részvételem finanszírozása a Phare Accord program keretében nem valósulhat meg. Személy szerint örülök, hogy a benyújtott pályázatomat a bírálók alkalmasnak ítélték a támogatásra.

Dr. Tóth László
egyetemi docens
Miskolci Egyetem

XXII. FATIPEC – A festékipar újdonságairól

Az utóbbi évek egyik legsikeresebb rendezvénye volt a Magyar Kémikusok Egyesülete által szervezett, XXII. FATIPEC kongresszus, amely 1994. május 15. és 19. között zajlott le a Budapesti Kongresszusi Központban. Négy földrész 30 országából 502 szakértő vett részt a kontinentális festékipari szövetség ez évi konferenciáján. A legtöbb résztvevővel a hét tagország festékvegyészei képviseltették magukat: Németországból 119, Magyarországról 70, Svájcban 28, Hollandiából 26, Franciaországból 24, Belgiumból 16, Olaszországból 13 résztvevő érkezett. Az ez évi kongresszuson taggá vált Lengyelország (18 fő) és Cseh Köztársaság (10 fő) mellett a most jelöltté lett spanyol egyesület is jelen volt a konferencián.

A festékvegyészek kontinensen kívüli társegyesületei is szép számban jöttek el. A budapesti helyszínek tudható be, hogy a környező országokból, Szlovéniából, Horvátországból, Romániából, Ukrajnából, Szlovákiából, Oroszországból és Litvániából is sokan vettek részt az eseményen.

A programba iktatott előadások megoszlása is hasonló volt; a 85 előadásból 60 előadó a FATIPEC tagországokból érkezett. Plenáris előadással vett részt az amerikai, angol, a japán és a skandináv társszervezet. A 13 plenáris előadás mellett két párhuzamos szekcióban folytak a vitával követett előadások.

A kötőanyagokkal foglalkozó 24 előadást áttekintve feltűnő, hogy néhány kutatóbázis (DMS, AKZO, Zeneca, Shell, Texaco) munkájáról szóló beszámolók felelelik szinte a teljes, környezetbarát kötőanyagokkal kapcsolatos új eredményeket: a porlakk, az oldószer-szegény és a vizes-bázisú kötőanyagfejlesztésekről hallhattunk beszámolókat.

J. L. Gardon plenáris előadásában a környezetvédelmi előírások szigorodásának következtében várható festékipari trendekről számolt be. (Az előadás teljes terjedelemben e lap későbbi számában jelenik meg.)

L. Molhoek és munkatársai az új porlakk kötőanyagrendszerrel számoltak be, amely a szokásos TGIC rendszerhez hasonló tulajdonságokkal rendelkezik, azonban nem-toxikus térhálósítót, egy alifás oxirán vegyületet tartalmaz. *S. A. Stachowiak* az epoxigyanták porlakkokban történő felhasználását tekintette át.

Az oldószer-szegény ún. „high solid” rendszerek előnyeiről, megvalósítási módokról külön szekcióban számoltak be. *A. Santing*, *A. Frederix* és *K. F. Darragas* és munkatársaik. *F. Sadowski* a festékgyártó oldaláról elemezte az oldószerkibocsátás csökkentésére irányuló tendenciákat: a high solid és vizes-bázisú autójavító zománcok összehasonlításával. Véggöveketeként megállapította, hogy különböző felhasználási területeken, különböző környezetbarát megoldások mutatkoznak optimálisnak, azonban a hagyományos oldószeres bevonatrendszerek várhatóan még hosszú ideig használatosak maradnak.

J. C. Padget plenáris előadásban adott szisztematikus áttekintést a vizes-bázisú rendszereknél használatos polimerek előállításáról és főbb fizikai jellemzőiről. A polimerek egész sorát érintette: a vízben teljesen oldhatatlan diszperzióktól a vízdíszíthető polimerektől. *J. Snuparek* a komonomerek funkció csoportjainak hatását elemezte polimer latexek tulajdonságai esetén. A plenáris előadásban a kolloid stabilitást, polaritást, és egyéb tulajdonságokat befolyásoló hatásvizsgálatokról hallhattunk.

P. Penczek különböző minőségű (normál- és alacsony hőmérsékleten használható, nyomásra érzékeny, gyorsan száradó és töltött rendszerek) vizes-bázisú ragasztók előállításáról és tulajdonságairól számolt be plenáris előadásában.

W. Weger és *R. Arnoldus* összefoglaló áttekintést adtak a vízzel hígítható kötőanyagokról: a kémiai felépítés és a felhasználhatósági területek összefüggéseit taglalták.

L. G. J. van Ven és munkatársai a kétkomponensű, aceto-acetát funkció diszperziók filmképződését befolyásoló alapvető paraméterek vizsgálatáról számoltak be. *J. Beetsma* a vizes alkid-emulzió és az akrilát-diszperziók filmképződésének különbözőségeiről és a filmtulajdonságokban mutatkozó eltérésekről adott szemléletes beszámolót.

A. Wegmann vizes-bázisú epoxigyanta emulziók esetén vizsgálta a molekulaszervezet emulzió- és filmtulajdonságokra gyakorolt hatását.

L. Kahl és munkatársai a vizes-bázisú kétkomponensű poliuretán autolakkok fejlesztési eredményeiről számolt be. *T. Minder* a vízzel hígítható festékek előállítására alkalmas berendezésekről, a jelentkező különleges igényekről tartott előadást.

A hagyományos, **oldószeres kötőanyagokról** szóló beszámolót *G. Hardeman* plenáris előadásának említésével kezdjük. Szerző részletes, szisztematikus áttekintést adott az izocianátmentes, kétkomponensű rendszerek lehetséges megoldásairól. Mindezen kutatások célja a környezet- és egészségkárosítás mérséklése. *E. Bosch* és munkatársai epoxi-amin modellrendszerek térhálósítási mechanizmusát vizsgálták különböző savas katalizátorok jelenlétében. *B. I. Bugay* és munkatársai epoxidált szőjaolaj előállításának kinetikai vizsgálatáról számoltak be. *C. J. Sullivan* poliészter gyanta előállítására alkalmas új diol vegyületet mutatott be, és ismertette ezek bevonati tulajdonságokra gyakorolt hatását. *E. Wehman* és munkatársai két UV-fényre térhálósodó, faipari bevonatok előállítására alkalmas kötőanyagot írtak le: egy gyökös kopolimerizációval előállított maleát-viniléter rendszert és egy vizes-bázisú uretán diszperziót. *D. J. Primeaux* előadásában kétkomponensű, szubsztituált karbamidkötést tartalmazó PU elasztomer szórhatóságával és tulajdonságainak vizsgálatával foglalkozott. *J. Kozakiewicz* és munkatársai egykomponensű, kátránnyal modifikált uretán prepolimerek tulajdonságairól, változatos felhasználásról számoltak be.

A pigmentek és töltőanyagok előállításával, alkalmazástechnikai kérdéseivel, új, nem-toxikus korróziógátló pigmentekkel számos előadás foglalkozott.

A. Revillon plenáris előadásában módosított, reaktív töltőanyagok előállításáról, minősítéséről és alkalmazásuk céljairól beszélt.

G. Pfaff és munkatársai új megjelenésű, ezüstszerű és késszerű, gyöngyházipigment előállítási lehetőségeiről számoltak be.

M. Hikoshaka kisebb szennyvízkezelési problémát okozó ftalocianin-zöld pigment gyártásáról számolt be, és ismertette az új és hagyományos módon előállított pigment jellemzői közötti különbséget.

A pigmentek diszpergálódását befolyásoló tényezőkkel kapcsolatos elméleti megfontolásokat tárgyalta plenáris előadásában *S. Ikeda*. (Az előadás teljes anyaga az MKL későbbi számában fog megjelenni.)

W. Freitag és munkatársai pigmentpaszták formulálásával kapcsolatos új lehetőségekről számoltak be. A nagy pigmenttartalmú, ugyanakkor kis viszkozitású pigmentpaszták alkalmazásával egyre gyakrabban találkozhatunk a festékgyártás során.

R. Q. F. Janssen és munkatársai a hirofil pigment – hidrofób kötőanyag határfelületi jelenségeinek javítására a pigment felületét polimer réteggel vonták be. A különböző polimer bevonatok hatékonyságának vizsgálatáról hallhattunk beszámolót. *J. Schmelzer* kétkomponensű PUR rendszerében, *H.-D. Jansen* porlakkokban vizsgált különböző minőségű titán-dioxid pigmenteket, a pigment-minőség bevonati tulajdonságokra gyakorolt hatását tanulmányozva.

M. Merz különböző töltőanyagok kiválasztási kritériumait elemezte porlakk rendszerek esetén.

Th. Skoulikidis n-félvezetők (ZnO, Al₂O₃, Fe₂O₃, Fe₃O₄) korróziógátló pigmentként történő alkalmazásáról számolt be.

F. Kopečný új, nem-toxikus korróziógátló pigmentet mutatott be: Precor Mo-W márkanévén, Ca-molibdenát-volfrám és Zn-foszfát kombinációját állította elő.

M. Bala és munkatársai nem-toxikus korróziógátló pigmentek (vas-oxidok és cink-ferritek) struktúrájának és szemcseméreteloszlásának korróziógátló tulajdonságukra gyakorolt hatását vizsgálták különböző alkid-bázisú alapozó festékekben.

R. B. Mckay litográfiai nyomdafestékekben alkalmazott pigmentek fátyolképződési tulajdonságainak vizsgálatáról számolt be.

Az adalékok és egyéb alapanyagok szekciójában *J. Hajas* részletes és alapos elemzést adott a vizes festékrendszerekben alkalmazható, nedvesítést javító felületaktív anyagok hatékonysági vizsgálatáról. *J. De Witte* beszámolt a mind nagyobb jelentőségű, fluorotartalmú fe-

lületaktív anyagokról, amelyek mind az oldószeres, mind a vizes festékekben képesek csökkenteni a felületi feszültséget, ilymódon mérsékelni a különböző hibákat, mint a kráteresedés, narancsosodás, területi problémák stb.

W. Heilen és munkatársa a bevonatok karcállóságának javítására alkalmas adalékok vizsgálatát és a karcállóság meghatározására alkalmas új módszer használhatóságát mutatta be.

K. Bechtold és munkatársai a lakkok fotokémiai leépülését megakadályozó új, gyökfogó és UV-abszorber kombinációt mutatták be.

G. Torriano hidroxipropil-guar asszociatív sűrítők használhatóságát vizsgálták vizes-bázisú festékekben.

M. Vecera egy új, szagmentes, nem-toxikus poli-alkil-benzol alapú lágyító előállításáról és festékipari felhasználásáról számolt be.

E. Wardzinska és munkatársai a huzallakozásra használt poliészter-imidek oldószerkombinációja területén végzett, krezolmentes formulák kidolgozásáról tartottak előadást.

A legtöbb előadással a vizsgálatok témakörében találkozhattunk.

A bevonatok élettartamával, ellenállóképességével foglalkozó szekció plenáris előadásában D. Y. Perera a szerves bevonatok fizikai öregedésének élettartamra gyakorolt hatását elemelte elméleti megfontolások és kísérleti munka alapján. Á. Kovács-Stahl és U. Siwon különböző gyorsított időjárásállóság vizsgáló berendezés használhatóságát diszkutálta. U. Schulz és munkatársai egy speciális károsító tényező, a savas csapadék hatását vizsgálták autózománcon. E. Smieszek korróziógátló pigmenttartalmú bevonatok gyorsított vizsgálatának eredményeit elemelte. H. Kastien a lakkműgyanták és polimer-diszperziók mikrobiológiai leépülésével foglalkozott plenáris előadásában.

A bevonatok optikai tulajdonságainak vizsgálatával foglalkozó szekcióban J. M. Reck beszámolt egy, a diszpergálási folyamatba beépíthető, a színezőképeség mérésére alkalmas rendszerről, ami a minőségbiztosítás fontos eleme lehet. W. H. Gerber a fémhatású zománkok mérésére alkalmas műszert mutatott be, ami alapját képezi az effektzománkok receptúrázásának. A Dotter beszámolójában néhány pigmentosztály oldószeres és vizes rendszerben mutatózó eltérő klorisztikai tulajdonságát mutatta be.

Új vizsgálati technikával számos előadás foglalkozott. Ezeket a festékiparban korábban nem alkalmazták.

I. Dékány plenáris előadásában a különböző folyadékokban diszpergált hidrofíll és hidrofób aerosol szuszpenziók szorpciós, nedvességi és reológiai tulajdonságainak vizsgálatáról számolt be, amelyekkel a részecskék közötti kölcsönhatások tanulmányozására nyílik lehetőség.

E. Klinke és G. Kunz az infraszárítással térhálósodó, vízzel hígítható lakkok száradási folyamatának tanulmányozására összeállított berendezésről, és a mért eredményekről számoltak be. T. Schauer az ismert, erőterben történő frakcionálást továbbfejlesztve, alkalmas módszert talált a festékek szuszpendált részecskéinek szétválasztására, valamint szemcseméretük meghatározására. J. Winkler a koloid részecskék felületi töltésének mérésére alkalmas készüléket használta TiO_2 és BaSO_4 adszorpciós tulajdonságainak vizsgálatára, amelyből azok flokkulációs hajlamára következtetett. M. Rösler mikroszkópos technikával vizsgálta a nagy pigmenttartalmú rétegek ütésállóságát. D. Aldcroft modern analitikai módszerekkel közelíti meg a SiO_4 részecskeméretének, pórustérfogatának és -felületének mattító hatékonyságra gyakorolt hatását. G. Haacke és munkatársa különleges technikákat (Differential Scanning Calorimetry, Dynamic Mechanical Analysis, X-ray Photoelectron Spectroscopy) alkalmazott a festékretegben végbemenő térhálósodás mélységének és az üvegesedési hőmérséklet gradiensek meghatározására. M. Bradac szakadási és húzószilárdsági vizsgálatok hőmérsékletfüggéséről számolt be.

Több kutatócsoport tartott előadást elektrokémiai vizsgálati módszerekkel kapott korrózióvédő képesség tanulmányozásáról. F. Deflorian Electrochemical Impedance Spectroscopy módszerrel vizsgálta a bevonatok vízfelvétele és a hibahelyeket, ebből következtetve a film védőképességére. A Iversen és munkatársai megfelelő módszernek találta az EIS-t, kombinálva az IR termográfiával és tapadási vizsgálatokkal a bevonatok tönkremenetelének jellemzésére. L. Mészáros és munkatársai a festékbefonat alatt végbemenő korróziós folyamatokat az általuk kidolgozott módszerrel, az elektródázaj-méréssel

kövezték. S. Millow a nyugalmipotenciál-analízist alkalmazta a festékreteg korróziógátló képességének előrejelzésére. K. Sűvegh és munkatársai a pozitron-élettartam spektroszkópia módszerét alkalmazták polimerek moltömegének és szabadtérfogatának tanulmányozására.

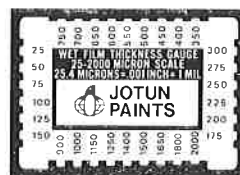
Külön szekcióban zajlottak a fabevonó anyagokkal kapcsolatos kérdéseket tagláló előadások. P. K. Aagard plenáris előadásában az extrém időjárási körülmények között (nagy nedvességtartalom, sósköd) a vizes-bázisú festékbefonat alatt fellépő fakorhadás és gombásodás okait elemezte. Y. Gilibert a fa – festékreteg határfelületének modellezésére, jellemzésére kidolgozott készüléket mutatott be. J. A. van Linden előadásában különböző fabevonatok vízáteresztő képességére vonatkozó vizsgálati módszereket hasonlított össze. P. Iván is a vízfelvételt, mint a legkritikusabb paramétert tárgyalta különböző minőségű faanyagokon, különböző szerkezeti elemeken, különböző bevonatokkal végzett hosszútávú vizsgálatok eredményeként.

A konferencián elhangzott néhány, a festékipar speciális területeiről szóló beszámoló. W. Funke plenáris előadásában a szokásosnál lényegesen vékonyabb rétegek (μm -tól a monomolekulás rétegig) kialakításáról, a nedves film tapadása és korrózióvédő képessége közti összefüggésről beszélt. G. Kämpf az optikai adattárolás céljára alkalmazható vékonyréteg fejlesztéséről számolt be. D. K. Yfantis a konzervdobozok korrózióvédelméről, nevezetesen a paradicsompüré csomagolására használt öntfelületek lakkozásával foglalkozott. V. J. D. Rascio és munkatársai hajófenék antifouling bevonatáról, J. Flack égéskésleltető bevonatokról tartott előadást.

K. Baumann az atmoszférikus korrózióvédelem szempontjairól készfített egy a tervezésben jól alkalmazható tervezési segédletet. G. I. Agafonovtól a legnagyobb orosz festékgár környezetbarát festékfejlesztéseiről hallhattunk. R. van Regenmortel bemutatót egy fluidágyas festék-eltávolító berendezést. O. T. de Vries előadásában hangsúlyozta, hogy az iparág fejlesztésében a festékvegyészeket kívül rendkívül fontos szerepet játszanak a különböző határterületek szakértői és a minősítéssel foglalkozó szakemberek.

Kovácsné Dr. Stahl Ágnes
Festékipari Kutató Kft., Budapest

Festékek és bevonatok vizsgálatára



Sheen
INSTRUMENTS



mérőeszközök

a **TESTOR**-tól

1124 Budapest, Törpe u. 8. • 1538 Budapest Pf. 528

Tel.: 155-9886 • Fax: 155-2618

Anyagok alakváltozással és töréssel szembeni ellenállása

Спротивленіє матеріалів деформованню і руйнуванню

A Naukova Dumka (Kiev) kiadó gondozásában V. T. Troshhenko akadémikus szerkesztésében 1994. évben látott napvilágot a szerkezetek üzemeltetéséhez, felülvizsgálatához kapcsolódó ismereteket magába foglaló első, igazán átfogó munka. A két kötetben, kézikönyv formában mintegy 944 oldal terjedelemben áttekintett területek közvetlen gyakorlati alkalmazhatóságára következtetni lehet a főbb fejezetek címeiből. Ezek a következők:

I. Feszültségek és alakváltozások, szerkezeti anyagok és üzemeltetési feltételek.

II. A reális anyagok hibái

III. Állapotegyenletek és törési modellek.

E három nagy egységet a szerzők további, összesen 13 fejezetre és azon belül is alfejezetekre bontották. Jelen ismertetést író nehéz helyzetben van, hisz ha csupán az egyes főbb- és alfejezetek címét sorolnám fel, akkor is néhány oldalnyi kellene írnom anélkül, hogy a saját véleményemnek hangot adnék. Mégis úgy ítélem, hogy a tartalomra röviden utaló főbb fejezetekről, azok íróiról adnom kell egy áttekintést, hisz ezeket látva a különböző szakmai területeken jártas olvasó már jó biztonsággal következtetni tud a részletekre is.

Az első, 120 oldal terjedelmű fejezetben, annak összeállítója V. T. Troshhenko hat témakört érint. Áttekintést ad az anyagvizsgálati módszerekről (szakító-, nyomó-, hajlító- és csavaróvizsgálat, ill. keménységmérés), a kontinuummechanika alapjairól (feszültségek, alakváltozások, azok kapcsolata a legkülönbözőbb anyagegyenletek esetén a kontinuummechanikában alkalmazott potenciál-elméletekről, a képlekenységtan alapjairól), az anizotróp anyagok sajátosságairól, a feszültséggyűjtő helyek környezetében kialakuló feszültségek számítási lehetőségeiről rugalmas, ill. rugalmas-képlekeny anyagegyenlet figyelembevételével. Külön alfejezet foglalkozik a határállapotok jellemzésére használt elméleti rendszerező összefoglalásával repedést tartalmazó és repedést nem tartalmazó testek esetén.

A második nagy fejezet a szerkezeti anyagokat foglalja össze 103 oldalnyi terjedelemben. A szerző V. T. Troshhenko igen logikus rendszerben előbb a különböző üzemeltetési feltételek szempontjából lényeges szilárdsági tulajdonságokat tekinti át (alacsony, ill. növelt hőmérséklet, a felületi réteg szerepe a lokális károsodások tekintetében, az üzemeltetési és gyártástechnológiai szempont szerinti érzékenységet, annak kritériumait, a tulajdonságok üzemeltetés közbeni stabilitásának kérdéseit, az előírt anyagtulajdonságok biztosíthatóságát, reprodukálhatóságát a gyártás gazdaságosságát majd a felhasználható technikai anyagféléseket a megszokottól eltérő következő csoportosításban: szívós anyagok és ötvözetek, kis szívósságú és rideg anyagok, műanyagok, kompozit anyagok. Ebben a csoportosításban megtalálható a műszaki gyakorlatban felhasznált összes anyagfélése, az üvegtől kezdve a legkülönbözőbb szintfémeken keresztül a fág. Nekem személy szerint azért tetszik az anyagok ilyen szempont szerinti csoportosítása, mert utal az anyag „alkalmazkodóképességére” és egyben az üzemeltetés szempontjából leglényegesebb tulajdonságaira, azok vizsgálatának főbb szempontjaira. Ez utóbbi anyagcsoport, a kompozit anyagok törése alapvetően különbözik a makroszkopikusan homogénnek tekinthető többi anyagcsoporttól, így ehhez kapcsolódva röviden összefoglalásra kerülnek ezen anyagok alakváltozási és törési feltételeire vonatkozó legfőbb ismeretek.

A kézikönyv első részét a V. T. Troshhenko által összeállított 37 oldal terjedelmű fejezet zárja, amelyben a különböző jellegzetes üzemeltetési feltételek és törési esetek kerülnek összefoglalásra. A szerkezetcsoportokra orientált tárgyalásban az általános fémszerkezetek mellett a repülőgépipar és az űrhajózás, a gázturbinák, az erőművek anyagai, üzemeltetési sajátosságai kerültek kiemelésre. Külön tárgyalja az oldható és oldhatatlan kötések, erő- és teljesítmény átvitelét szolgáló csatlakozások üzemeltetésének jellegzetes problémái.

A könyv ezen részét 223 irodalmi hivatkozás felsorolása zárja.

A második rész a bevezetőben említett II. nagy fejezetével, „Az anyagok hibái”-nak taglalásával indul. Ennek első, a könyv egészét tekintve 92 oldal terjedelmű negyedik fejezetében az anyagok tulajdonságainak statisztikus jellege kerül kiemelésre L. A. Sosnovskij összeállításában. Ezen belül a fáradási, szilárdsági és alakváltozási, a keménységi, a szívóssági, törési és kúszási jellemzők mérőszámainak statisztikus jellege, azok tartománya kerül kidomborításra. Ezen eredmények ismertetése szinte kínálja az anyagok szilárdságára vonatkozó statisztikus elméletek ismer-

telését, ill. a szerkezetek megbízhatóságának valószínűségelméleti értelmezését és tárgyalását.

Az ötödik, 102 oldal terjedelmű fejezet szerzője, V. V. Pokrovskij a hibákkal, azok hatásának megítélésével foglalkozik, azokat technológiai és üzemeltetés közben keletkezőkre bontva. Elemzi a hibák feltárására használatos módszereket, azok alkalmazhatósági területeit és korlátait. A valamilyen módon feltárt hibák üzemeltethetőség feltételeire gyakorolt hatásának megítélésére kidolgozott módszereket a hibaméret (kis méretű, mikroszkopikus és nagy méretű, repedésszerű hibák) szerinti bontásban tárgyalja.

A 76 oldal terjedelmű hatodik fejezet szerzője, V. T. Troshhenko a felület állapotának, minőségének szerepével foglalkozik. Előbb áttekintést ad a felület állapotának jellemzésére használt elvekről, mérőszámokról, majd a felületi réteg jellegzetes károsodási formáit tekinti át kopás, frelling korrozio, erózió, érintkezési fáradás és a nagy hőmérsékletű gáz okozta korrozio bontásban.

A hetedik, a 41 oldal terjedelmű fejezet, amelyet L. A. Sosnovskij állított össze, az anyagtulajdonságoknak a szerkezetek, berendezések üzemeltetése közbeni stabilitásával foglalkozik. A tulajdonságok változását előidéző leggyakoribb okok közül az öregedés, a hidrogénes elrögzedés és besugárzás okozta hatásokat elemzi, kitérve az azok mértékét meghatározó paraméterek szerepére. Napjaink problémáira koncentrálna e három terület közül legrészletesebben a besugárzás okozta változásokkal foglalkozik.

Áttekintvén a szerkezeti anyagokat, az azokban levő hibákat, azok kimutathatóságát, a tulajdonságok stabilitását meghatározó feltételeket elmutatjuk a kézikönyv harmadik nagy témaköréhez az állapotegyenletekhez és a törési modellekhez.

Amennyiben mechanikailag akarjuk leírni egy rendszer szilárdsági viselkedését, úgy az állapotegyenletek felállítása nem kerülhető meg. Ennek konstruálása viszont számos buktatón keresztül vezet. Általános, minden feltételt (anyagi, üzemeltetési feltételek, ezek kölcsönhatását) magában foglaló állapotegyenlet nincs, következésképpen a meghatározott körülmények között helytálló kidolgozásra van csak lehetőség. A szerzők is ezt az alapelvet követik.

A nyolcadik, 56 oldal terjedelmű fejezetben A. Ja. Krasowsky a rövid idejű, kvázistatikus terhelésre vonatkozó anyagegyenleteket ismerteti, különös figyelmet szentelve a törés körülményeinek leírására, a törési modellekre. Ennek kapcsán a törésmechanikai anyagjellemzők, az azokat befolyásoló körülmények, valamint a törések sokféleségét leíró fizikai, mechanikai, szerkezeti és statisztikai modellek kerülnek összefoglalásra.

A kilencedik fejezetben A. Ja. Krasowsky foglalja össze a dinamikus terheléssel kapcsolatos anyagegyenleteket, törési modelleket. Elemzi a terhelési sebességnek a képlekenységi és törési tulajdonságokra gyakorolt hatását kiemelve a sebességérzékenységet determináló paramétereket. Külön rész foglalkozik a törési jellemzők meghatározásával a dinamikus terhelési feltételek esetén.

A tizedik fejezetben V. A. Strizhalo 37 oldal terjedelemben foglalja össze a hosszúidejű statikus terhelés során alkalmazható anyagegyenleteket, azok sajátosságait. Ezen ismereteket a fémekben és ötvözetekben lejátszódó kúszás, feszültségrelexáció és a törési határállapot jellemzése köré csoportosítja megadva egyrészt alkalmazható anyagegyenletek körét, másrészt rámutatva a korlátokra, bizonytalanságokra, valamint azok forrásaira.

A tizenegyedik fejezet a kisciklusú fáradás sajátosságait taglalja. A V. A. Strizhalo által összeállított 80 oldal terjedelmű részben a feszültségek és alakváltozások kapcsolata, a törések sajátosságai, az azokat egyrészt meghatározó, másrészt befolyásoló paraméterek (terhelés jellege, frekvenciája, hőmérséklet, feszültséggyűjtő hely, stb.) kerülnek először tárgyalásra. Ezt követik az élettartam becslésére kidolgozott módszerek ismertetése. Itt különös hangsúlyt kap a fáradás statisztikus jellege, valamint a növelt hőmérsékleten jelentkező kúszás figyelembevételének lehetősége, azok módszerei.

A tizenkettedik fejezet a nagyciklusú fáradásnak szenteltetett. Ebben, annak szerzője V. T. Troshhenko egyrészt az alapismereteket, a fáradás statisztikus jellegét emeli ki, másrészt rámutat a technológiai eredetű, az üzemeltetésre jellemző feszültségek szerepére. A károsodás jellemzésére használt modellek mellett ismerteti a fáradási folyamat leírására javasolt mechanikai – az elnyelt energián –, a halmazódott képlekeny alakváltozáson nyugvó elképzeléseket.

A könyv utolsó, tizenharmadik fejezetében az összetett terhelés mellett bekövetkező alakváltozások, törések tárgyalására alkalmazható módszerek kerülnek összefoglalásra. E témakörben mindjárt az összetett terhelések csoportosítása jelenthet problémát. A szerző V. T. Troshhenko a 19 oldalnyi terjedelmű részben a „több-komponensű” és „több-paraméteres” terheléseket különböztet meg. Ez igen logikus, hisz az első csoportban tárgyalhatók a „kétfrekvenciás” (pl. a repülés jellegzetes terhelése, amikor egy kisciklusú alacsony frekvenciájú terhelésre egy nagyfrekvenciájú rezgés szuperponálódik, de más példa is felhozható lenne), a hosszúidejű statikus és az erre szuperponálódó izotermikus ciklikus terhelés stb. A második csoportba a nem izotermikus kis- és nagyciklusú fáradás sorolható. Ezen terhelések során végbemenő károsodások vizsgálata, azok leírása e rövid fejezet célkitűzése.

Ezen második kötetet is igen bőséges irodalmi hivatkozás – 548 db – zárja le.

Némi jártassággal rendelkezvén a szakirodalom ezen területén azt mondhatom, hogy Troshhenko akadémikus vezetésével összeállított könyv az elsők egyike, amely szisztematikusan arra törekedett, hogy az üzemelő szerkezetek állapotának megítéléséhez kapcsolatos ismereteket csokorba gyűjtve és rendszerezve tárja az olvasó elé. Ez mindenképpen hihetetlen nagy érdeme a könyvnek és egyben tükrözi azt a törekvést, ill. azt a munkát, amit a kiev-i Institut Problem Prochnosti folytat immáron hosszú ideje. A könyv értékét talán méltóképpen azzal lehet jellemezni, hogy az orosz nyelvű kiadást igen valószínűleg az angol nyelvű is követni fogja, méghozzá várhatóan az egyik legismertebb kiadó gondozásában.

Ez megítélésem szerint egyik legjellemzőbb bizonyítéka a könyv időszerűségének.

Azon kollégák, akik az orosz nyelvű változat után érdeklődnek vagy az *Intsitut Problem Prochnosti-tól közvetlenül (252014, Kiev ul. Timirjasevskay 2., Ukrajna) igényeljük, vagy pedig nekem jelezzék és én a beszerzést rövid idő alatt lebonyolítom.*

Az előzőekből következően e könyvet melegen tudom ajánlani mindazoknak, akik a szerkezetek üzemeltetésével, felülvizsgálatával foglalkoznak, hisz egyrészt ismereteiket igen valószínűleg bővíthetik is, amellet, hogy konkrét kérdésekre is összefoglaló, rendszerezett válaszokat kaphatnak az üzemeltethetőség legkülönbözőbb területeiről. Megítélésem szerint a könyv tartalomjegyzéke egy igen hasznos mérnöktovábbképző tanfolyamsorozat főbb irányait is kijelöli. Ilyen jellegű képzésre pedig úgy hiszem szükség is van, hisz a nagy értékű szerkezeiteinek (hidak, nyomástartó rendszerek, vegyipari létesítmények stb.) öregedése, további üzemeltethetősége egyre erőteljesebben és tömegben jelentkezik, mivel a hazai nagyberuházások egy jól körülhatárolható, viszonylag szűk periódusban valósultak meg. Az ismereteket összefoglaló, rendszerező képzésre a nappali szakos hallgatóink oktatása kapcsán is feltétlenül gondunk kell, különösen a felsőbb évfolyamokon. Ezen hazai törekvés realizálása fogalmazódott meg a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki Karán meghirdetett *Szerkezetek üzemeltetése* szakirány tantervében is.

Dr. Tóth László

Visual and optical testing

Szemrevételezés és optikai vizsgálat

A *Materials Evaluation* folyóirat idén májusi számában. A *legrégibbi és a legújabb roncsolásmentes anyagvizsgálati módszer* szalagcím alatt jelent meg ismertetés az Amerikai Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Társaság (ASNT) *Non-Destructive Testing Handbook* sorozatának nyolcadik köteteként megjelent *Visual and optical testing* című könyvről. A kötetet Paul McIntire és Patric O. Moore szerkesztette.

A 370 oldal terjedelmű munka 12 fejezetre tagozódik. Az első fejezet a szemrevételezés és az optikai vizsgálatok alapjait ismerteti: fényenergia, képalkotás, fényforrások, sztohoszkópok, fluoreszcencia, valamint a fény észlelése és rögzítése. Ebben a fejezetben ismerhetjük meg a periszkópok és endoszkópok (boreszkópok és fiberszkópok) történetét, valamint a látás és a fény kapcsolatát, beleértve a látásvizsgálat követelményrendszerét. A szemrevételezés biztonságtechnikája ismerteti a lézert, az infravörös és az ultraibolya fény használatának veszélyeit a vizsgáló szemére.

A második fejezet a fény fizikáját tárgyalja, részletesen ismertetve a különféle fénymérő eszközöket.

A harmadik fejezet a szemrevételezéshez és optikai vizsgálatokhoz kapcsolódó fogalmakat tisztázza. A szemrevételezés szempontjai a tervezésnél, lehetőségei a minőségbiztosításban. A környezet és a fiziológia szerepe a szemrevételezés hatékonyságában: tisztaság, felületi kiképzés, fényintenzitás, nagytávolság, a vizsgálati személyek közötti különbségek. Itt ismerhetjük meg a hegesztések vizsgálatánál használatos etalonokat is.

A negyedik fejezet a szemrevételezés eszközeit és azok tartozékait sorolja fel: nagyítók, mikroszkópok, merev és hajlékony endoszkópok, automatizált képelemző rendszerekkel. De ez a fejezet foglalkozik a replika készítésével, a hőkrétákkal és lakkokkal, valamint a felületelőkészítéssel (csiszolás, maratás).

Az ötödik fejezet a videoendoszkópiával ismerteti meg, különösen részletesen tárgyalva a csővezetékek belső oldali vizsgálatának lehetőségeit.

A hatodik fejezet a vizsgálati eljárással foglalkozik. A gyártás és az üzemközbéli ellenőrzés során alkalmazott szemrevételezés mintavételi tervkészítése, a szemrevételezés tárgya hegesztés előtt, alatt és után. A javító hegesztések vizsgálata. Példákon keresztül ismerteti a hegesztések átvételi kritériumait erőművi kazánok, tárolótartályok és nyomástartó edények valamint csővezetékek esetén.

A hetedik fejezet a szemrevételezés és optikai vizsgálatok szabványait és előírásait tekinti át. Itt foglalkoznak az anyagvizsgáló személyzet képzésének (tanfolyami oktatás) és képesítésének (vizsgáztatás, bizonyítvány) rendszerével is.

Anyolcadik (legvaskosabb) fejezet a fémipari alkalmazásokat rendszerezi. A fémek fizikai tulajdonságaiból, a tönkremenetelüket eredményező

károsodási mechanizmusokból vezeti le a szemrevételezés lehetőségeit, feladatait.

A kilencedik fejezet a villamosenergia-termelő iparral foglalkozik. Részletesen tárgyalja a különböző fajta technológiával készített hegesztett kötések, a lehetséges hibatípusokat, várható előfordulási helyüket, helyzetüket. Az alkalmazások áttekintésekor a nyomottvizes és a forróvizes reaktortartályok, szivattyúk, szelepek és tolózárok, csavarmenetek, hengerelt és öntött gépalkatrészek szemrevételezését sok szemléletes keresztmetszeti képpel ismertetik. Itt is minden területen kitérnek a speciális képzés, képesítés követelményrendszerére.

A tizedik fejezet a gépjárműipar és a repülőgépipar területén ismerteti a vizuális vizsgálatok alkalmazásait.

Az utolsó előtti fejezet az egyéb alkalmazások címet viseli. Megismerhetjük a kerámiák, a kompozit anyagok és a mikroelektronikai alkatrészek, valamint igen részletesen az olajipar csövein és fittingjein alkalmazott csavarmenetek szemrevételezésének fortélyait. Ebben a fejezetben foglalkoznak a szemrevételezés és az egyéb roncsolásmentes vizsgálati módszerek kapcsolatával, azaz a tömörségvizsgálat (LT), a folyadékbehatolós repedésvizsgálat (LPT), a radiográfia (RT), az elektronmágneses vizsgálati módszerek (örvényáram, mikrohullámú technikák), a mágnesporos vizsgálat (MT) és az ultrahang (UT) látással kapcsolatos problémáival, valamint a fényképezéssel, mint az észlelet dokumentálási lehetőségével.

A tizenkettedik fejezet a szemrevételezéssel és az optikai vizsgálatokkal kapcsolatos fogalmak gyűjteménye, abc-rendbe szedve. A 498 szócikkből megtudjuk, hogy mi is a közellátás élességét jellemző Jaeger-szám, és mit takarnak az olyan gyakran olvasható beűrővidítések, mint: AQL, NDI, CCD, SNT-TC-1A.

Összefoglalva, az ASNT Roncsolásmentes anyagvizsgálati módszerek kézikönyv-sorozatának *Szemrevételezés és optikai vizsgálatok* kötete alapként minden roncsolásmentes vizsgálatot foglalkozó számára. A tematikus felépítés, a bőséges példaanyag és irodalmi utalás segítenek elsajátítani ezt az igen nehezen tanulható és tanítható vizsgálati módszert. Nehezen tanítható, mert sokoldalúsága miatt rengeteg tapasztalatot feltételez. A szemrevételezés nemcsak a termékvizsgálat, de az üzemelő szerkezetek vizsgálatának, és főképp a haváriákat követő oknyomozó anyagvizsgálatoknak kiinduló alapja. Hazánkban hatodik éve oktatnak mágneses-penetrációs-vizuális roncsolásmentes anyagvizsgálókat. A háromfokozatú képzés tematikája kezdettől fogva összhangban volt az MSZ-EN 473 követelményrendszerével.

Szűcs Pál

Dr. Vojnich Pál köszöntése

Dr. Vojnich Pál 1994. augusztus 14-én töltötte be 75. életévét. Ebből az alkalomból az Anyagvizsgálók Lapja nevében Fücsök Ferenc köszöntötte.

A. L. Kedves Pali, engedd meg, hogy a szép kerek, háromnegyed évszázados jubileumod alkalmából számos tanítványod, volt és jelenlegi munkatársad és az összes anyagvizsgáló nevében köszöntselek. Örülünk, hogy egészségedben megélted ezt a szép kort, és arra kérünk meséld azokról az évekről, amelyek nekünk ma már történelemnek tűnnek, de neked az életed.

Vojnich Pál: Köszönöm a jókívánságokat. Hol kezdjem?

A. L. Valahol ott kezdhetnéd, hogyan lettél mérnök?

V. P. Mindig azt mondom magamról, ha kérdezik, hogy sokat alakítottam saját magamon. Úgy kezdődött ez a folyamat, hogy harmadik apám, Lítke Kálmán, a pezsgőgyáros családból hamar „munkára” fogott. Már 7. gimnazista koromban jártam a mulatókat, hogy a konzumnők ne a Törley pezsgőt fogyasszák. Ezzel az elfoglaltsággal is sokat lehetett tanulni.

A. L. De nem a műszaki területen...

V. P. Igaz. Miután a piaristáknál leérettségiztem, 1937-ben beiratkoztam a Műegyetem Gépészmérnöki Karára. Mivel anyám és nevelőapám leköltözték falura nagyszüleimhez, én a Szent Imre Kollégiumba költöztem. Érdekes, ma is újra ugyanígy hívják... Elkezdtem az első évet, de már ősszel a Hármashatár-hegyre jártam vitorlázó gépeket cipelni, ahová kollégista társam Tasnádi László vitt el. Annyira beleszerettem a repülésbe, hogy egy év alatt leteltem az A, B és C vizsgát.

A. L. De azért az egyetemre is jártál?

V. P. Igen, de nem sokáig. Az első évet elvégeztem, de utána olyan sok repülni valóm volt, hogy csak lezártam a második évet, de nem vizsgáztam. Mivel nem volt meg a szigorlatom nem folytathattam az egyetemet, és a szüleim sem küldtek több pénzt. Dolgozni kezdtem a Műegyetemi Sportrepülő Egyesületben, mint rajzoló, később mint tervező.

A. L. Az Egyesület fizetett?

V. P. Igen. Három műhelyből és egy irodából álló repülőgépgyárunk volt, ahol 27–28 fő évente 3–4 repülőt gyártott saját használatra, és eladásra. Itt kezdtem dolgozni 1939 szeptemberében, Szegedi Jócó bácsi mellett. A műhelyek a K-épület alagsorában voltak. A munka nem volt túl sok, így rengeteget repültem, és oktattam is repülőket. Később a műszaki szolgálatot vezettem. Közben sok szép kalandom volt. A legemlékezetesebb talán a vitorlázó magassági rekordom.

Egy viharfelhőben sikerült 5500 m magasra feljutnom. Előtte Stofte János 4100 méteres, illetve Bollmann Béla 4400 méteres rekordja volt a csúcs. A barográf szalagját talán még most is a Meteorológiai Intézetben őrzik, mivel akkor mértek először Magyarországon 15 m/s-os emelőszelet. Az öreg Rubik Ernő által tervezett, nagyon jó géppel repültem, de leszállás után láttam, hogy a torziós orr borítása a Hartmann-Lüders vonalaknak megfelelő irányban felrepedezett. A gépet javítani vitték, engem pedig mér-

legre. Kiderült, hogy a 1 óra 20 perces repülés alatt másfél kilót vesztem.

A. L. És a tanulás?

V. P. Az indexem 1943-ban végzett, ettől kezdve szigorló mérnök úr voltam, 1949-ig. De közben rengeteget repültem, mint a Magyar Aero Szövetség műszaki felügyelője és átvétő pilótája. Nagyon jól kerestem és hetenként többször repültem a vidéki repterekre. A háború után megszűnt a Nemzeti Repülőalap, és az én jó állásom is.

A. L. Mikor repültél utoljára?

V. P. Sajnos, nagyon régen. 1944. november 23-án. Az oroszok már lőtték a mátyásföldi repülőteret, egy lövedék a felszállási vonalban robbant. Pesten a házak között repültem Vácra, ahol légiradió közben szálltam le.

A. L. Ezt hallgatni is rossz. Valamit arról meséld, hogy az anyagvizsgálattal mikor kerültél kapcsolatba?

V. P. A Sportrepülő Egyesületben, amikor az Erdélyből érkezett fák minőségét kellett hajlító vizsgálatokkal ellenőrizni. Ilyenkor átballagtam Mísangyi professzor úr tanszékére, ahol a hajlító vizsgálatokat elvégeztem. Itt ismerkedtem meg későbbi főnökömmel, Gillemot László adjunktus úrral, aki mindig barátságosan érdeklődött, hogy milyenek voltak az eredmények.

A. L. Mikor lettél mérnök?

V. P. 1948-ban szigorlatoztam. Akkor három tárgyból kellett bizonyítani: kalorikus gépek, villamos gépek és vízgépek. Ez utóbbi vizsgám volt a leghosszabb...

A. L. ...Csak nem Pattantyus professzornál?

V. P. De igen. Patyi bácsi több mint másfél órán át dolgoztattott háromféle turbina méretezéssel, annak ellenére – vagy talán épp azért, mert – mint a Sportrepülő Egyesület tanárelnöke, jól ismert.

A. L. Hogyan lettél tanár?

V. P. Nagyon szerettem volna a Repülőgépek Tanszékére menni dolgozni, de akkor ott nem volt hely. Így kerültem a Mechanikai Technológia Tanszékére, ahová 1948-ban Buray Zoli hívott, rajzolónak. Gillemot, aki 37 évesen a legfiatalabb kinevezett műegyetemi tanár volt, akkor írta az első Fémtechnológia című tankönyvét, és ennek az ábráit rajzoltam. Buray Zoli, aki egyébként osztálytársam volt a piaristáknál, lelkemre kötötte, hogy hallgassam el, szigorló mérnök mivoltomat! Már csak három u. v. és a végszigorlatom volt hátra.

A. L. Mikor derült ki, hogy nemcsak a rajzolásod értes?

V. P. Gondolom akkor amikor Ránki Miklós szólt, tervezzek öntőhomok-vizsgálót. Ez karácsony körül el is készült és Gillemot megdicsért érte. 1949. január 2-án meghívtak a tanszék tanársegédnek. A követelményeket is tömören megfogalmazta: egy éven belül a tanszék összes tantárgyának előadásaira felkészülés nélkül be tudjak ugrani, és két nyugati nyelven olvasni kell a szakmai cikkeket. Mondanom sem kell, el tudod képzelni, még ebéd közben is az állapotábrákat tanultam. 1949. július 1-én neveztek ki tanársegédnek és 51-ben adjunktusnak. Az ilyen gyors előlépés azóta is ritkaság.

A. L. Mivel foglalkoztatok a tanítás mellett?



V. P. Sok munka volt, amiből tanulni lehetett. A tanszék évente 150–200 ipari szakvéleményt adott ki. Emellett ipari röntgenvizsgálatokat végeztünk rutinszerűen, csővezetékeken, hidakon, kazánokon.

1951-ben kezdtük a Fémkut tervezését, ahol az anyagvizsgálati részleget terveztük, és másodállásban ebben dolgoztam.

Jellemző volt a tanszék életére, hogy reggel 8 órára bent kellett lenni, de utána azt és annyit dolgozott az ember, amennyit akart. Természetesen a munka vége is tetszőleges volt. Előfordult, hogy este 1/2 10-kor a laborban valamit kísérleteztem, amikor nyílt az ajtó és bejött Gillemot köpenyben, megkérdezte mit csinálók, majd beállt segíteni. Heti átlagban 70–75 órát dolgoztunk. A munka mellett el kellett olvasni azt a havi kb. 80 külföldi szaklapot, ami a tanszékre járt. Többször előfordult, hogy a nyugodt olvasás kedvéért vasárnap délelőtt belopakodtam a tanszéki könyvtárba. Hamarosan zörgött az ajtó és Gillemot is beavatoskodott. Persze a vasárnap ebéd előtt meghívtak egy kis borozásra.

Nekem sokat kellett tanulni. Egyrészt a korosztályomhoz képest hét év késésben voltam a mérnöki munkában. Másrészt mindenkinek segítenem kellett, mint ipari anyagvizsgáló. Szántó István a röntgendiffrakcióval foglalkozott, Konkoly Tibor a röntgenvizsgálatok után a hegesztési kutatásokban dolgozott, Köves Gábor a gömbgrafitos öntöttvas vizsgálatával nyaggatott.

A. L. Melyek voltak a kedvenc kutatási területeid?

V. P. Ebben az időben az alumíniummal és a titánnal foglalkoztunk a legtöbbet. Gillemot és Konkoly István Kroll-eljárással működő kemencét épített és megpróbált alakítható, duktilis titánt előállítani. Gombnagyságú darabka 1000–1100 HV keménységű titánt tudtak csak gyártani, ezért abbahagyták. Ezután Szakács Sándor segítségével én kezdtem a kemencével játszani, Gillemot azt ígérte, ha 300 HV-nél puhább duktilis titánt állítunk elő fizet egy láda pezsgőt. Végül megittuk a pezsgőt, persze több hónapi kemény munka után.

A. L. Mi volt a probléma?

V. P. A nedvesség és az abból keletkező hidrogén. Amikor sikerült a hidrogént távoltartani, a keménység 250 HV alá csökkent. Eredményeink alapján a Fémkut-ban később 5 kg-os kemencét építettek. De tovább nem jutott az ügy, mint az Akadémia Fémtani Bizottságáig, mert kiderült, a titán fontos hadianyag. Pedig a Gillemottól kezdve a tanszéken mindenkinek nagy

szervezője volt a titán. Én például jeggyűrt készíttettem belőle az elveszett helyett.

Az alumíniumos kísérleteket a háromalkotós állapotára kidolgozásával *Buray Zolival* kezdtük. Itt találtunk olyan ötvözetekre, amelyek jól hegeszthetőnek bizonyultak. Ezek az eredmények már a Fémkut-ban születtek, ahová csak *Buray* és *Várhelyi Rezső* ment a tanszékről dolgozni. Annak ellenére, hogy nagyon szerettem volna én is menni, és már az íróasztalom is megvolt, nem mehettem. *Gillemot* megkért, hogy maradjak a tanszéken. Egy évvel később tudtam meg a sofőrjéről, hogy a személyzetis csapta be orrom előtt az ajtót az X-es származásom miatt.

A. L. Meddig dolgoztál a Gillemot-tanszéken?

V. P. 1956 után elhatározták, hogy meg kell erősíteni az egyetem oktatói karát tehetséges munkakáderekkel. Ezzel nagy tisztogatás kezdődött. Engem is hivatott az új személyzetis, hogy fel fog mondani, mert nem vagyok alkalmas az ifjúság nevelésére. Mivel némi vita után rácsaptam az ajtaját, két hét múlva fel is mondott.

Ezt a felmondást és még másik kettőt sikerült a volt levelezős tanítványaimnak elhárítani, akik a minisztériumban elég magas polcokon ültek. Ezt a játékot 1958 végéig csinálták velem, amikor a Ganz-Mávagban kerestek a kísérleti osztály vezetésére osztályvezetőt. Rábészleltek a minisztériumban, hogy fogadjam el, mivel nem lehetett tudni mi van még a személyzetis tarso lyában. Nem beszélve arról, hogy az 1800 Ft-os fizetésem 3300-ra nőtt. De az osztályvezetői kinevezésem is késett, mert a műegyetemi személyzetis olyan anyagot küldött rólam, amit nehéz volt megcáfolni. Végül is a Ganz vezérigazgatója segítségével sikerült. De ezzel nem akarok senkit untatni. Aki akkor élt, mindenki tud rémesekeket mondani.

A. L. Mi volt a feladatod a Ganz-Mávagban?

V. P. Főmetallurgusként kezdtem, majd amikor az említett zűrök elűltek a gyártáskísérleti osztály vezetésével bíztak meg. Feladatom volt a Ganz-Mávag 11 gyáregységéből összegyűjtött problémákat megoldani. Töménytelen probléma, többsége rablómeseszerű. Mindjárt a munkám kezdetén '59-ben az egyiptomi motorvonatok dugattyú-hajtókarjainak a törése. A hajtókarok hosszirányban kettéváltak, és ez a jelenség a Ganznak 50 millió forint kárt okozott. Ez volt az egyiptomi csapások egyike.

A gyártás fejlesztésénél jelentkező problémák mellett a járműgyártás főmérnöke mindig hívott anyagszakértőnek. Emellett más fejlesztéseken is dolgoztunk. Például *Demény Miklóssal* a felületvédelmi kérdésekben. KGST-témákban, fázasztási problémákban.

A. L. Talán a fázasztásról részletesebben is szólhatnál.

V. P. Érdekes téma volt az akkoriban. Az Ikaruszban *Matolcsi Máttyás* és *Majtényi Sándor* a matematikai statisztikai értékelést használták. Elmentem megtanulni. A GTE-ben a kifáradási munkabizottságot is megalakítottuk. A Mechanikai Technológia Tanszéken *Havas István* foglalkozott a lépcsős fázasztással, később a kisciklusú fázasztással. Anyagvizsgáló kongresszusra eljött Magyarországra *Locati* professzor is, tőle is sokat tanultam. Az így összeszedett tudással és korlátlan számú próbatelgyártási háttérrel

dolgozhattam. Elsősorban a forgattyústengelyek anyagát vizsgáltuk az orosz megrendelők kívánságára. Nagyon meg voltak elégedve az eredményekkel.

Havas Istvánnal Leningrádban is voltunk egy kongresszuson, ahol felolvasták az előadásunkat. Mi meg az első sorból hallgattuk. Alig tudtunk utóbb elszökni az Aurórárt megnézni.

A hajtókarokat kész állapotban is fázasztottuk a MEO Schenk típusú fázasztógépen. Akkor *Kajdi Gyula* bácsi volt ott a vezető. Napi munkakapcsolatban voltunk. Szívesen dolgoztam vele együtt, és utódjával, *Lőrinc Lacival* is. Sok munkával láttak el.

A. L. Ha ilyen jól érezted magad, és sikeres volt a munkád miért hagytad ott a Ganz-Mávagot?

V. P. A munka nem minden... A nagyvállalati szellem, ahol az embereket módszeresen le szoktatják a gondolkodásról, műszakilag szörnyű eredményeket hozhat. Aztán egyre jobban fogyott a pénz, ezzel együtt az érdekes feladat. A fizetésemet sem emelték, egyetlen egyszer kaptam 500 Ft-os jutalmat. Körülnéztem, hová mehetnék? *Réti Pali* bácsi is hívott még nyugdíjaztatása előtt, de nem tetszett a Ganzhoz hasonlítható nagyvállalat. Véletlenül találkoztam volt főnökömmel, *Gerencsér Józseffel* a Petőfi Sándor utcában. Mikor megtudta, hogy állást keresek azonnal hívott a Lampart-ba: „Gyere – mondta –, ott most a zománcosok az urak, kellene valaki aki az acéllemezhez is ért!” Így lettem 1971. júniusban vállalati főmetallurgus a Lampart Zománcipari Művekben.

A. L. És itt mi volt a feladatod?

V. P. Először csak ismerkedtem a szakmával. A zománcozáshoz nem érttem, ezért végigolvastam vagy 30 cikket és 1 könyvet. Ekkor már volt némi elképzelésem, hogy mi a baj a zománcal amikor pikkelyesedik. Általában összel volt ezzel baj, de nem tudtuk, hogy ha jó a zománc mitől jó, és ha rossz miért rossz?

Végül kiderült, hogy a zománczó kemencébe bevitt nedvesség, és az abból keletkező hidrogén a legnagyobb baj, de vigyázni kellett az alapanyagra is. Ha az acél sok ferritet és kevés perlitet tartalmaz, akkor lesz jó a zománc. Ez lemeznel még megvalósítható, de az öntöttvas-kádak alapanyagához nem volt jó a szovjet vasérc. Sok vitaközlésombba került a minisztériumban, hogy kapjunk drágább, de jobb alapanyagot.

Ekkor már vállalati főmérnök voltam.

A. L. Minek köszönhetted a gyors előremenetelt?

V. P. Nem kellett nagy szakmai teljesítmény, inkább emberi okai voltak. Addig békítettem az egymást fúró osztályvezetőket, amíg 1976-ban kineveztek főléjük főosztályvezetőnek. Amikor pedig nyugdíjba vonult a főmérnök, én lettem az utóda. Itt a munkám nagyobb része abból állt, hogy a felső vezetést meggyőzzem: a vállalat azt csinálhassa ami neki jó. A műszaki problémák ismerősek voltak, például a szigma-fázis a zománczó szerszámokban ugyanaz, mint a dízelmotor előkamrában. Nem ezekkel voltak gondjaim.

1980. január 1-én, kilenc évi Lampart munka után mentem nyugdíjba, az összes, ilyenkor szokásos ajándék és kiüntetés után. Azóta csak az oktatásban dolgozom.

A. L. Érdekes, de eddig az oktatói munkádról szó sem volt.

V. P. Persze, mivel azt hittem erről neked nem kell mesélnem. Ha jól tudom több mint két évtizedig tanítottunk együtt a Bánki Főiskolán.

A. L. Igen, de Te előbb kerültél oda. Mikor is?

V. P. 1961-ben kaptam a megbízást, hogy oktassak a Felsőfokú Technikumban, majd 1963-ban alapítottam meg a Mechanikai Technológia Tanszéket. Először csak négy meszelt fal volt az egész, de mirer Te 1968-ban elkezdted tanítani, már egész rendszeren fel volt szerelve. Azóta is ott tanítok. Ha összeszámolom a Műegyetemen és a Főiskolán oktatással eltöltött időt, a mostani a 91-ik félévem!

A. L. Remélem lesz még 100. is.

V. P. Nem hiszem, mostanában hamarabb elfáradok egy előadáson mint a 10. félévem körül. Már a 90. félév után abba akartam hagyni, de nem engedték, mivel lényegesen több hallgatót vettek fel a Bánki Főiskolára, és beosztottak erre a félévre is.

A. L. Mikor is kezdted a tanítást?

V. P. Ha nem az egyetemi oktatást vesszük, akkor 1938-ban. Repülőoktató lettem elég fiatalon. Szerintem mindegy mit oktatsz, repülést vagy metallográfiát, pedagógia mindig kell.

Az egyetemen 1949-ben kezdtem. Akkor szervezték a gyorsított képzést azoknak, akik a háború miatt félbeszakították a tanulmányaikat. Erre, az oktatás szempontjából nehéz feladatra dobott be főnökom. Azóta is szeretek oktatni. Hálás munka, még ha nem is azonnal látod az eredményeit.

A. L. A GTE-ben is sokszor találkozunk. Mióta jársz oda?

V. P. A társadalmi egyesületekben végzett munkát a Bányász-Kohász Egyesületben kezdtem. Nézd meg ezt a meghívót: előadást tartottam 1950. március 14-én az Alumínium Szakosztályban, „Kőnyűfém tartályok alkalmazása és méretezése” címmel. A meghívót aláírta: dr. *Gillemot László* szakosztályelnök.

A GTE-be 1958-ban vettek fel. A kifáradási munkabizottságot, majd a fémtani szakbizottságot vezettem az Anyagvizsgáló Szakosztályon belül. A szakosztály vezetője akkor *Réti Pali* bácsi volt. Sok, érdekes munkát végeztem a GTE-ben, egészen az idei választásokig, amikor nem vállaltam több funkciót. Csináljátok ti, fiatalabbak. Szívesen elmegyek, ha valami érdekes rendezvényre hívtok, de csak mint hallgató vagy vendég.

A. L. Nem említetted még irodalmi munkádat.

V. P. Ha az eddig elmondottakhoz hasonló részletességgel folytatom soha nem érek a végére. Csak a számokat, jó? Húsz jegyzetben vagy könyben voltam szerző, illetve társszerző, 10 cikkem, tanulmányom jelent meg és 26 konferencián szerepeltem. Darabra nem sok, oldal-számra rengeteg.

Remélem vannak, akik a szerzőre nem is emlékeznek, csak a megszerzett tudásra, és munkám nem volt hiába.

A. L. Én biztos vagyok benne. Ezzel a gondolattal köszönöm meg, hogy lehetőséget adtál erre a beszélgetésre, és kívánok még egyszer jó egészséget!

V. P. Köszönöm a jókívánságokat.

Tanfolyamok 1995-ben

MINŐSÉGÜGYI TANFOLYAMOK

TÜV Bayern – GTE közös tanfolyamok:

- Minőségügyi megbízott (QS Beauftragte /r)
Időtartam: 5 egész nap
- Mi, miért, hogyan a minőségügyben, Európában
Időtartam: 2 egész nap

TÜV Rheinland Hungaria – GTE közös tanfolyamok:

- Minőségbiztosítási alapok, az MB-rendszer felépítése
Időtartam: 5 nap
- Minőségügyi technikák
Időtartam: 5 nap
- Minőségügyi statisztika
Időtartam: 5 nap
- Mérésügy
Időtartam: 3 nap
- Belső auditor, beszállító auditor
Időtartam: 3 nap

A levezgázottak német-magyar nyelvű bizonyítványt kapnak.

OKJ-szakképesítést adó tanfolyamok:

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

ANYAGVIZSGÁLÓ TANFOLYAMOK:

- Radiológiai vizsgáló: RT1, RT2, RT3
- Ultrahangos vizsgáló: UT1, UT2, UT3, UT2T
- Mágneses, penetrációs, vizuális vizsgáló: MPVT1, MPVT2
- Örvényáramos vizsgáló: ET1, ET2
- Rezgéselemző: VAT1, VAT2
- Színképelemző: ST1, ST2
- Általános hegesztett termék vizsgáló inspektor: INSP

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

A FERROETALON Kft.

*az atomspektrometria
legtöbb
alkalmazási területére
mintegy 8000 különféle
hiteles anyagmintát,
beállítómintát,
ellenőrzőmintát kínál mint
a
Breitländer GmbH
magyarországi képviselője.*

Címünk:

2400 Dunaújváros, Sport u. 5.
Tel./fax: 25/382-815

- NYOMÁSTARTÓ EDÉNYEK BIZTONSÁGTECHNIKÁJA továbbképző, 24 órás tanfolyam
- KOMPLEX EUROMÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ TANFOLYAM
Időtartam: 900 óra.
Regisztrált munkanélkülieknek díjtalan a részvétel!

JELENTKEZÉS ÉS FELVILÁGOSÍTÁS

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

Tel.: 202-1382 vagy 201-2011/422, 626

Fax: 201-7180

Nemzetközi rendezvények 1995-ben

microCAD Nemzetközi Informatikai Találkozó, 1995. február 21–24. Miskolc. Cím: Tudományos szervezési és Nemzetközi Osztály, 3515 Miskolc-Egyetemváros, dr. Kalmár László

V. Országos Törésmechanikai szeminárium, 1995. április 3–5. Miskolc-tapolca. Cím: dr. Tóth László, Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros.

Int. Conf. on Cumulative Damage under Variable Amplitude Loading, Sheffield, UK. 1995. április 3–7. Cím: SIRIUS, Univ. of Sheffield, Mappin Street, Sheffield S1 3JD, UK.

2nd Int. Conf. on Solidification and Gravity, Miskolc, 1995. április 25–28. Tájékoztató: dr. Roósz András, Miskolci Egyetem Fémtechnológiai Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros.

9. Roncsolásmentes anyagvizsgálat, szeminárium és kiállítás, 1995. május 9–12. Eger.

XIV-th Int. Sc. Conf. on Advanced Materials and Technologies, Zakopane, Lengyelország, 1995. május 17–21. Cím: The Silesian Technical University, Faculty of Mechanical Engineering, ul. Konarskiego 18a/277, 44-100 Gliwice, Poland.

7th Int. Conf. on Mechanical Behaviour of Metals, 1995. május 28–június 2. Hága, Hollandia. Cím: ICM7 Secretariat c/o Congress Office ASD, Asvest 22, POB 40, NL-2600 AA Delft, Tel.: (+31) 15-120234, fax: (+31) 15-120250

9. Nemzetközi Hőtechnikai és Termogrammetriai Konferencia, 1995. június 13–16. Budapest. Cím: dr. Benkő Imre, MATE, 1055 Budapest, Kossuth Lajos tér 6–8.

Ultrasonic International '95, Edinburgh, UK. 1995. július 5–8. Cím: Ultrasonics, att. L. Clayton, Butterworth-Heinemann, Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX28DP-UK.

AECM-5 Conf. Applications and Acoustic Emission Techniques, Sundsvall, Svédország, 1995. július 10–14. Cím: ASNT 1711 Arlinggate Lane P.O. Box 28518, Columbus OH-43228-USA, fax: +1 614 276899

SPT-5 Int. Conf. Structural Failure, Product Liability and Technical Insurance, Bécs, 1995. július 10–14. Cím: Dr. H. P. Rossmann, Inst. of Mechanics, TU Vienna, Wiedner Hauptstrasse 8-10/325, A-1040 Vienna, Austria.

TEFF-4, Teaching and Education in Fatigue and Fracture, Failure Analysis and Safety Engineering, Bécs, Ausztria, 1995. július 14–15. Cím: Dr. H. P. Rossmann, Institute of Mechanics, Technical University Vienna, Wiedner Hauptstrasse 8-10/325, A-1040 Vienna, Austria.

6th Int. Symp. on Fracture Mechanics of Ceramics, Karlsruhe, Németország, 1995. július 18–20. Cím: Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Institut für Materialforschung II, Postfach 3640, D-76021 Karlsruhe, Germany.

Fatigue Design, Helsinki, Finnország, 1995. szeptember 5–8. Cím: Gary Marquis, FD'95 Office, VTT Manufacturing Technology, P. O. Box 1704, FIN-02044 VTT, Finland, Tel.: (+358) 0-456 6866, fax: (+358) 0-456 7002

Int. Symp. Non-Destructive Testing in Civil Engineering, (NDT-CE), 1995. szeptember 26–28. Berlin, Németország. Jelentkezés angol nyelvű kivonattal 1995. február 28-ig. Cím: DGZIP, Unten den Eichen 87. D-12205 Berlin. Tel.: intl. + (0)30-8114001, fax: intl. + (0)30-8114003

XII. Duna-Adria Nemzetközi Szeminárium: kísérleti mechanika, 1995. október 5–7. Sopron. Cím: GTE rendezvényiroda, 1027 Budapest, Fő u. 68. Tel.: 131-5960, fax: 202-0252

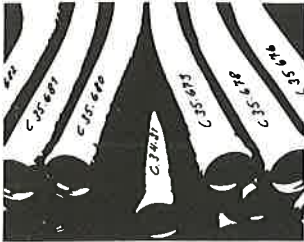
Int. Symp. on Materials Ageing and Component Life Extension, Milánó, Olaszország, 1995. október 10–13. Cím: Mrs. A. Oriani, CISE SpA – Segrate P. O. Box 12081, Milano 20134, Italy, Tel.: (+39) 2 21672648, fax: (+39) 221672620



színes jelölőkészletek

METAL MARKER golyóstubusok

A Nissen fémjelölő golyóstubusok kiváló tulajdonságú, ólommentes festékekkel vannak megtöltve.



A jól kezelhető golyóstubussal gyorsan száradó és tartós, időjárás- és hőálló szám- és betűjelzéseket, műveleti vagy utasítási jelzéseket írhat a fém tárgyak száraz vagy nedves, olajos, zsíros, síma vagy nyers felületére. **Használatával megelőzheti a keveredést és jól áttekinthető rendet tarthat az üzemben, a raktárban vagy a szállítmányozásban.**

A téves jelölés a festék kikeményedése előtt még lemosható acetonnal

2,0 mm

Hatféle szín – fehér, sárga, piros, kék, zöld és fekete – és 2, 3,2 vagy 5 mm vonalvastagság közül választhat sokcélú felhasználási igényeinek megfelelően.

3,2 mm

5,0 mm



A Nissen fémjelölő golyóstubus speciális változata a forró, vagy akár 950 °C-on izzó felületű fém tárgyak: fémöntvények, tuskók, bugák, hengerelt rudak és kovácsdarabok, hőkezelési adagok, tartós megjelölésére, a darabolási és javítási helyek kirajzolására kiválóan alkalmas. A speciális ólommentes fehér vagy fekete színű festékekkel töltött tubusokkal 3,2 mm vastag vonalak húzhatók.

SOLID PAINT MARKER írópálca

A műanyag-védőtokba zárt szilárd festékpálccával egyenletes rajzolatú tartós, jól tapadó jelzések készíthetők a különböző anyagú tárgyak felületén. A téves jelölés az általános használatú ipari oldószerekkel eltávolítható.

Fehér, sárga, piros vagy kék színben kaphatók
A festékek ólommentesek.

FELTIP PAINT MARKER filctoll

Az ólommentes fehér, sárga, piros, kék vagy ezüst-színű, gyorsan száradó zománcfestékekkel töltött, cserélhető, lekerekített filchegyebe végződő tollal finom rajzolatú, vagy vastagabb vonalú, tartós, jól tapadó jelzések készíthetők. Alkalmazása gazdaságos, mivel a szabályozószelepen át a festék egyenletesen nedvesíti a filchegyvet.

Mind az írópálccával, mind a filctollal tartós, időjárás- és hőálló, színtartó jelzéseket írhatunk a különböző anyagokból: fémből, fából, műanyagból, üvegből, gumiból vagy kartonból készült tárgyak síma vagy nyers, száraz vagy nedves, olajos felületére.

Tempilstik® hőkréták

A választék 103 darabból áll, és célszerűen növekvő hőközökkel átfogja a 38 – 1371 °C hőmérséklet-tartományt.

Jelzésponossága 1%-ön belüli

A hőkréta kén- és ólommentes jelzőanyaga a ráírt hőmérsékletet megolvadásával jelzi.

Használata egyszerű, gazdaságos és nélkülözhetetlen az előmelegítést igénylő technológiai műveletek ellenőrzéséhez,

különösen a helyszíni szerelő és javító hegesztések, zsugorkötések szakszerű elkészítéséhez, továbbá **a helyi hőkezelések ellenőrzött elvégzéséhez.**

De hasznos diagnosztikai segédeszközök is

gépek és berendezések üzemi hőmérsékletének ellenőrzéséhez, rendellenes melegező helyeinek gyors felderítéséhez.

A hőmérséklet-ellenőrzési feladattól függően

választhatók az egyes darabok vagy egy komplett 20 darabos készlet (52 ... 427 °C).

Nagyobb mennyiség vásárlása esetén árengedmény!

Színes választék a **TESTOR** kínálatából.

ISO toll
Nissen a
REND szere

*Színes
 jelölőkészletek*

METAL MARKER golyóstubusok



SOLID PAINT MARKER



FELTIP PAINT MARKER



Tempilstik® hőkréták



SZÍNES VÁLASZTÉK A TESTOR KÍNÁLATÁBÓL

1538 Budapest, XII., Törpe u. 8. Pf. 528.

Tel.: 155-9886 Fax: 155-2618