

Roncsolásmentes anyagvizsgáló készülékek kalibrálása

Benedek Béla*

Hazánk küszöbön álló európai uniós csatlakozása már most, a felkészülési időszakban is jelentős feladatok elé állítja a roncsolásmentes anyagvizsgálat területén dolgozó vizsgálólaboratóriumokat. A minőségirányítással, a megfelelőséggel kapcsolatos európai szabványok átvétele rohamléptekben történik, sok esetben változtatás, magyar fordítás nélkül. Annak ellenére, hogy a szabványok alkalmazása nem kötelező, a globalizáció és a piaci verseny rákényszeríti a gazdasági élet szereplőit a tanúsított minőségirányítási rendszer bevezetésére.

A mérő- és vizsgálólaboratóriumok tanúsítását a Nemzeti Akkreditáló Testület (NAT) végzi. Az akkreditációs eljárásokat 2002 januárjától az MSZ EN ISO/IEC 17025 szabvány szerint folytatja le a testület, a régi okiratok érvényessége 2002. december 31-én megszűnik.

A vizsgáló- és mérőeszközök által szolgáltatott eredmények érvényessége érdekében a berendezéseket

1. meghatározott időszakonként vagy használat előtt kalibrálni vagy hitelesíteni kell. Az összehasonlításhoz vagy olyan mérési etalonok szükségesek, amelyek visszavezethetők a nemzetközi vagy nemzeti mérési etalonokra; vagy ha ilyen etalonok nincsenek, akkor a kalibrálás vagy a hitelesítés alapját dokumentálni kell;

2. be kell állítani vagy szükség esetén újra be kell állítani;

3. azonosítani kell, hogy kalibráltságuk vagy hitelesítettségük megállapítható legyen;

4. meg kell védeni olyan behatásoktól, amelyek érvényteleníthetik a mérési eredményt;

5. meg kell védeni károsodástól és állagromlásától a kezelést, a karbantartást és a tárolást időszakában.

A kalibrálás és a hitelesítés eredményeiről készült feljegyzéseket és dokumentumokat meg kell őrizni.

Ezeket a követelményeket mintegy előre látva a Ke-Tech Kft. vezetősége már 1999 végén stratégiai döntést hozott, és megkezdte a felkészülést az anyagvizsgáló berendezések kalibrálására szolgáló Kalibráló Laboratórium létrehozására, illetve az akkreditációs folyamat elindítására. Ez a döntés nem kevés anyagi és szellemi áldozatot kívánt meg a cégtől, beleértve ebbe a kalibráláshoz szükséges mérőeszközök megvásárlását, mérőképességük tanúsíttatását, az akkreditált státusz megszerzéséhez szükséges dokumentumok elkészítését valamint az akkreditációs eljárás költségeit. A folyamat mintegy két évet vett igénybe. A hosszú időnek legfőbb oka az, hogy ezen a területen tudomásunk szerint sem Magyarországon, sem a kelet-közép-európai régióban nem működik akkreditált kalibráló laboratórium. Sem minta, sem összehasonlítási alap nem állt rendelkezésre. 2001 decemberében a NAT akkreditáló bizottsága négy területen ítélte oda az akkreditált státuszt a Ke-Tech Kft. Kalibráló Laboratóriumának:

- digitális rétegvastagság-mérő készülékek kalibrálása;
- digitális ultrahangos falvastagság-mérő készülékek kalibrálása;
- UV lámpák kalibrálása;
- ultrahangos anyagvizsgáló készülékek kalibrálása.

Terveink között szerepel az előbbieken kívül a digitális keménység-mérő készülékek, járommágnesek és ipari röntgenberendezések kalibrálásának tanúsítása is, az ezekre vonatkozó akkreditációs eljárás folyamatban van.

A felsorolt tevékenységek közül a legösszetettebb eljárás az ultrahangos anyagvizsgáló készülékek kalibrálása. Mint az ismeretes, 2000 áprilisában a CEN (Európai Szabványosítási Bizottság) bevezette az EN 12668 szabványsorozatot, amely meghatározza az ultrahangos anyagvizsgáló egységek jellemzésére és ellenőrzésére vonatkozó eljárásokat. Ezt a szabványt a Magyar Szabványügyi Testület 2000 szeptemberében jegyzékes jóváhagyó közleménnyel, MSZ EN 12668 néven nemzeti szabványként tette közzé. A 12668-1 szabvány a vizsgáló készülékekre, a 12668-2 a vizsgálófejekre, a 12668-3 pedig a komplett vizsgálóegységekre vonatkozik.

Laboratóriumunk a vizsgálókészülékek kalibrálását a 12668-1 szabvány szerint végzi. A szabvány szakított a korábbi ellenőrzési módszerekkel és új módon közelíti meg a készülékek vizsgálatát: évente elvégzett műszeres bemérést ír elő, ezzel biztosítva a készülékek vizsgálóképességének objektív megítélését. A bemérési folyamat részletes meghatározása mellett a szabvány előírja azokat a határértékeket, ame-

lyeket a készülék meghatározott paramétereinek teljesíteni kell. A szabvány két csoportba osztja az elvégzendő feladatokat: az első csoportba tartoznak a gyártó által, reprezentatív mintán mérendő paraméterek, míg a második csoportba a minden készüléken a gyártó által gyártás után (zero point test), a gyártó, a tulajdonos vagy a laboratórium által a készülék élettartama alatt évente, illetve a készülék javítása után elvégzendő mérések. Laboratóriumunk a második csoportba tartozó paraméterek mérését végzi, ezek:

1. Stabilitás a bemelegedési idő után (a képernyőn mért amplitúdó- és pozícióváltozás a skálázott képernyőmagasság és -szélesség százalékában).

2. Képernyőremegés (jitter) (a képernyőn mért amplitúdó- és pozícióváltozás a skálázott képernyőmagasság és -szélesség százalékában).

3. Tápfeszültség-változással szembeni stabilitás (a képernyőn mért amplitúdó- és pozícióváltozás a skálázott képernyőmagasság és -szélesség százalékában).

4. Az adóimpulzus csúcshatárértéke, felütési ideje, utórezgése és hossza.

5. A erősítő frekvenciamenete (alsó, felső határfrekvencia, közepes frekvencia).

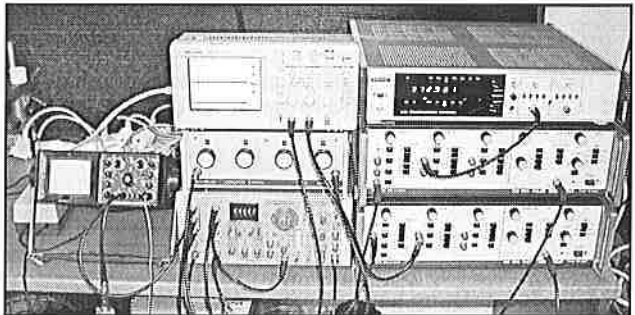
6. Egyenértékű bemeneti zaj.

7. A kalibrált decibel-osztó (erősítésszabályozó) pontossága (decibelben).

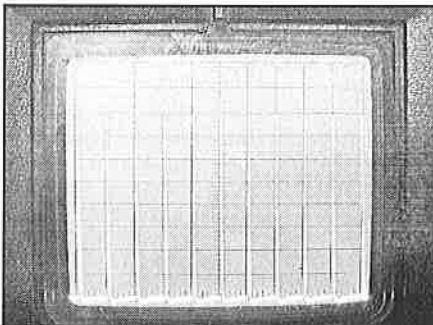
8. A képernyő függőleges linearitása (a skálázott képernyőmagasság százalékában).

9. Az időalap linearitása (a skálázott képernyőszélesség százalékában).

A mérőberendezés impulzusgenerátorokból, kapuzható szignálgenerátorból, digitális oszcilloszkópból, csillapítás-dekádból és frekvenciamérő/számláló készülékből áll. A mérőberendezés által előállított jelek, impulzusok szolgálnak az ultrahangos vizsgálókészülékek vizsgálatára.



Az UH készülékek vizsgálatára szolgáló mérőberendezés



Az időalap linearitásának mérésére szolgáló impulzussorozat a készülék képernyőjén

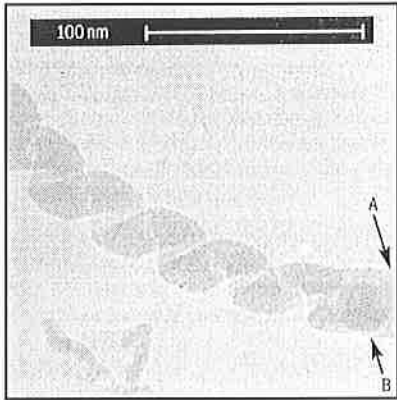
A kalibrálási bizonyítvány tartalmazza a mért paramétereket, az egyes értékek kiterjesztett mérési bizonytalanságát, valamint a készülék minősítő lapját. A minősítés alapját a szabványban előírt határértékek, illetve néhány paraméternél (adóimpulzus, frekvenciamenet) az adott készülékre megadott gyári értékek képezik.

A Ke-Tech Kft. akkreditált Kalibráló Laboratóriumának tevékenységével célunk az, hogy minél magasabb szintű, a kor követelményeinek maximálisan megfelelő szolgáltatásokkal tudjunk a roncsolásmentes anyagvizsgálat területén dolgozó partnereink rendelkezésére állni.

*Ke-Tech Kft., e-mail: ketch@elender.hu

Nanorugó a jövőbeli érzékelőkhöz

Ha egy nanohuzal spirálvonalba csavarodik, mit kapunk? Nanorugót, természetesen. Bár a néhány nanométer átmérőjű huzalok valójában nem válnak rugóvá, azonban azzá növekedhetnek a gőz-folyadék-szilárd (VLS – vapour-liquid-solid) rendszerből. Az ún. VLS-növekedés akkor következik be, amikor a felületre ült katalizátor cseppecskében a környezet gőzéből abszorbeált huzalképző anyag



eléri a túlteltett állapotot, és abból kiválasztva fokozatosan huzal képződik. Ha valami oknál fogva a kiválás aszimmetrikus, akkor csigavonalú nanorugó képződik. Mindeddig nem világos mi vezet aszimmetriára, de az Idahoi Egyetem kutatói által javasolt nanohuzalképződési modell valószínűsíti ezt. Úgy látszik, hogy a kis katalizátor cseppecske, amelynek átmérője durván azonos a belőle növekedő nanohuzaléval, a huzal csúcscsán a közepén marad. Ez lineáris huzalnövekedést eredményez. Azonban, ha a cseppecske átmérője a huzalénál nagyobb, akkor a szerkezet a csúcscsán bizonytalanává válik, és ha a cseppecske egyik oldalát kis koccanás (perturbáció) éri, akkor a képződő huzal egyenesből csigavonal növekedésre vált, amint ez a bor-karbid nanohuzal növekedéséről közölt, pásztlázó elektronmikroszkópos képen jól megfigyelhető a B ponttól.

A nanorugók alkalmazhatók például a mágneses mezőt mérő nagyon érzékeny detektorokhoz, vagy szolgálhat helyzetbeállítóként, netán minirugóként egy jövőbeli nanogépben. (CERN Courier, November 2001)

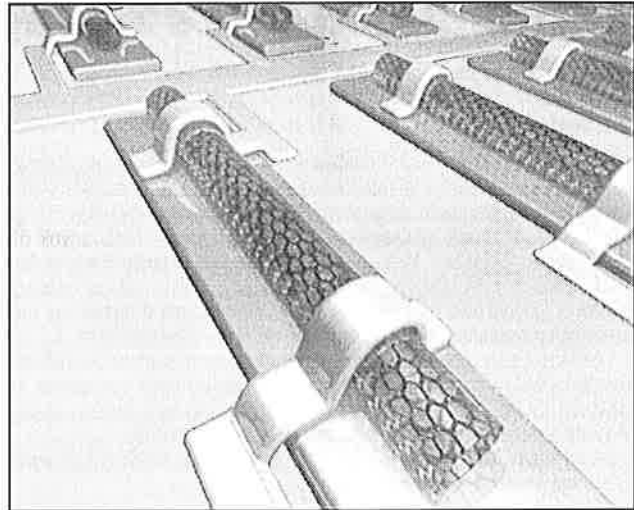
A szén nanocsövek szupravezetővé válhatnak

A csak szénből készíthető, kis átmérőjű nanocsöveknek, alakjuk és méretük miatt, már eddig is sok érdekes villamos tulajdonságát ismerték fel. Legutóbb a szupravezető képességét mutatták ki hongkongi fizikusok, akik a zeolit kristály csatornáiba ágyazott szén nanocsövekkel kísérleteztek. Megállapították, hogy minél kisebb a nanocsövek átmérője, annál nagyobb (relatív) a szupravezetővé válás hőmérséklete. Ezt a csövecské nagyobb görbületének tulajdonítják, mely növeli – a szupravezetés szempontjából fontos – kölcsönhatást az elektronok és a rácsrezgés között. Néhány tudós ezt a fullenérek (nagy szénmolekulák) szupravezető képességével hozza kapcsolatba. Az alkáli fémekkel szennyezett (mikroötvtözött) fullenérek 40 K-en, míg az elektroniányosak 52 K-en válnak szupravezetővé. A hongkongi kutatócsoport tervezi a nanocsövek mikroötvtözését, hogy vajon így módon növelhető-e a nanocsövek szupravezetővé válásának hőmérséklete. (CERN Courier, December 2001)

A szén nanocsövek szerepe az elektronikában

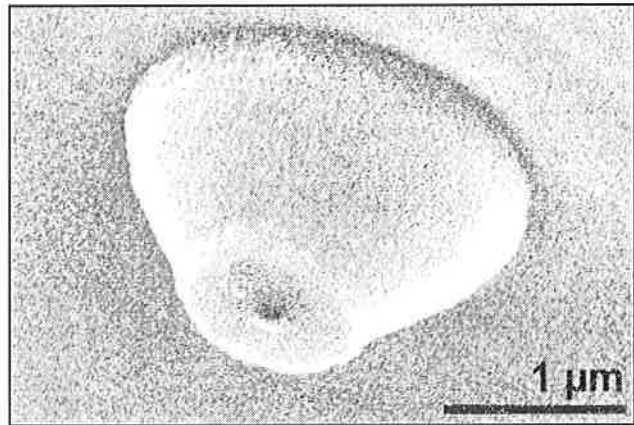
Ismeretes, hogy a hagyományos szilícium alapú mikroelektronika közelíti a méretkorlátjait. A fejlesztések azt mutatják, hogy az elektronikai elemek miniaturizálása terén a holnap technológiája a szén nanocsövek alkalmazása lehet. Holland kutatók eredményesen alkalmazták a szén nanocsöveket különböző elektronikai elemek, többek között: feszültség-átalakítók, NOR (nem-vagy) logikai áramkörök, diódák és FET (field-effect – térvezérlésű) tranzisztorok készítéséhez. A nanocsöves FET-ekből az egyszerű szilícium chippekkel együtt különböző áramköröket építettek. Képzünk egy, a nanocsöves térvezérlésű tranzisztorokból felépített nanologic áramkör részletét mutatja. De készítettek statikus RAM-ot (static random access memory – frissítést nem igénylő, közvetlen elérésű, írható-olvasható tárat) és egy oszcillátort is. A holland kutatók munkája jelentős előrelépés a nanoelektronika terén.

A chip-gyártáshoz – a pozicionálás megkönnyítése érdekében – új elektronsugaras litográfias berendezést fejlesztett ki, amelyben téremissziós mérés-technika is van. Ennek a kis térfeszültségű forrása egy szén nanocsöves, integrált áramkörös elektród, a nanokatód, amelyet egy francia-angol csoport fejlesztett ki. (CERN Courier, December 2001)



Közeltér spektroszkópia

A fény mikroanalitikai célú alkalmazásának korlátja az 1 µm-nél nem nagyobb felbontó képesség, mely a fény hullámtermészetéből következik. Am a közelmúltban kifejlesztett ún. közeltér optikai technológiával ez a korlát átléphető – olvasható a Look Japan 2001. májusi számában. A látható fény helyett ez az új optikai technológia a célszövet felületének közvetlen közelére lokalizálódó, gyenge közeltér fény egyedülálló tulajdonságait hasznosítja. A közeltér fény nem szóródik, nem válik diffúzúzá és nem diffraktál, kiterjedését egyedül az anyag szerkezeti mérete határozza meg és nanométer nagyságrendű foltta fókuszálható. Merve a célszövet és a közeltér fény közti kölcsönhatást, nanométer nagyságrendű felbontású optikai analízist végezhetünk.



Az optikai szálakból nanotechnológiával kialakított közeltér szonda az az optikai elem, amely szelektíven és kizárólag közeltér fényt generál vagy detektál. A szonda fémmel bevont lapos csúcscsán (képzünk) a nyílás 100 nm átmérőjű (az eddig előállított legkisebb nyílás: 50 nm). A közeltér szondával optikai analízis vagy optikai nanogyártás végezhető.

Az optikai analízis területén, például közeltér spektrométert fejlesztettek ki. A közeltér spektrométer a mintából generált fény és a közeltér fény kölcsönhatásából keletkező közeltér spektrumot analizálja. A közeltér szonda minta feletti helyzetét egy mechanizmus nanométer pontosan vezérli. Ez biztosítja az érintésmentes kölcsönhatást. Egy monokromátor és a szonda detektálja a gyenge közeltér fényt és ezért elég érzékeny az egyedi fotonok számlálására. Nagy előny, hogy a méréshez nem kell a mintát speciális környezetbe helyezni – például vákuumba, mint a hagyományos analitikai eszközök esetében –, és ezért a környezeti feltételek mellett elemzett minta valódi jellemzői érvényesülhetnek.

A közeltér spektrométer alkalmas a rendkívül kis tömegű szerkezetek optikai jellemzőinek a meghatározására, mint amilyen a félvezető eszközöké, és ezeken belül felderíteni a kémiai összetevők eloszlásának egyenlőtlenségeit. Áttekinthetjük a nanométer tartományban a nanoszekundumnál rövidebb időtartamú jelenségeket és tanulmányozhatjuk ezeket igen finom felbontásban. Még a szerves anyagokon is végezhetünk szerkezetelemzést az eddigieknél sokkal kisebb léptékben. Továbbá, a látható fény hullámhosszánaál kisebb pontfénytel nanométeres mintázat maratható az anyagba a hagyományos módszereknél olcsóbban és tisztábban.

Amint ígértük, rovatunkban folyamatosan közlünk olyan internetcímeket, ahol a szerkezetintegritási tudományterületről fontosabbnak ítélt eredményeket, adatokat közölnek. Napjainkban minden kutató/fejlesztő/felhasználó munka nagyrészt függ a számítógépektől és a használt alkalmazásoktól (programoktól). Ezek meglehetősen drágák lehetnek, és sok esetben lényeges segítséget jelenthet az ingyenes szoftverek használata. Ez jelentős költség-megtakarítást jelenthet, és főleg a kezdeti be tanulási periódusban jelentős költségcsökkentést eredményezhet.

Az ingyenesen használható felhasználói programok több csoportba tartoznak. Egyrészt léteznek az úgy nevezett „shareware” programok, amelyek általában teljes értékű programok, de csak meghatározott, rendszerint 1–3 hónap időtartamig használhatók, utána rendszerint nem működnek tovább. Vannak, viszont teljes funkcionalitású programok is, amelyeket általában kutatási célokkal hoznak létre és szabadon használhatók korlátlan ideig. Természetesen ezek lehetőségei korlátozottak lehetnek, viszont megtörténhet, hogy az aktuális céloknak megfelelnek.

Ingyenesen használható szoftverek

Wolsink. Ezen a helyen mechanikai végelelemes szimulációs program található. Rugalmas anyagmodell használ. Térbeli modellekre csak statikai problémák megoldására alkalmas. Viszont kétdimenziós feladatoknál geometriai nonlinearításokat (kontakt feladat) is figyelembe tud venni. Windows-os kezelőfelülete is van; az alap programozási nyelvete a Delphi. <http://home.wanadoo.nl/wolsink/>.

LISA. Mechanikai szimulációk végzéséhez használható végelelemes programrendszer. Az ingyenes változata 1300 csomópont használatát engedélyezi, ez viszont csupán kisebb alkalmazásokhoz, számításokhoz elegendő. A rendszer lineáris és nemlineáris anyagmodell használatát engedélyezi, dinamikus erőkhatások figyelembevételével. Hőtan, rezgéstani, akusztikus, elektromágneses, kifáradás valamint folyadékáramlási feladatok megoldása is lehetséges. Érintkezési feladat megoldására is lehetőség van. A felhasználói környezete Windows alapú. <http://members.aol.com/jpommereni/LISA.html>

SLFFEA. Ingyenes végelelemes program, amely háromdimenziós modelleket is kezelni képes. Izotrop és ortotrop anyagmodell tartalmaz és képes nagy alakváltozások kezelésére. Mechanikai és hőtan feladatok megoldására alkalmas. A honlap számos megoldott feladatot tartalmaz, amelyek vizsgálatával eldönthető a rendszer alkalmazhatósága. <http://www.geocities.com/Athens/2099/slffea.html>

CONVERT. A rendszer az általánosan használt mértékegységek átszámítására alkalmas. Segítségével gyorsan és megbízhatóan végezhető el a kiinduló adatok átalakításai és ez által megbízhatóbb számítások végezhetőek. A program Windows alapú kezelő felülete ingyenesen elérhető. <http://www.joshmadison.com/software/convert/>

MARC designer. Ez a nagy múltú, ipari szabványként ismert MARC végelelemes rendszer ingyenes verziója. Korlátozott csomópont számmal működik, és az eredeti MARC rendszer egy kis kapacitású verziója. A legnagyobb gond vele az, hogy az eredményeket és a kiinduló modell-felület nem lehet lementeni. Kisebbszámú szimulációkhoz viszont elegendő. Mechanikai, rezgéstani és hőtan vizsgálatok végzésére alkalmas. Ez az ingyenes verzió csak rugalmas anyagmodell alkalmazását engedélyezi. <http://www.fest.tuwienn.ac.at/EducationStudents/Instituts-EDV/OnlineManuals/FEM/MARC/Designer/Download/WINDOOF/>

ProDesktop. Ez a szoftver áttörést jelent a jelenlegi CAD programok szintjén. Az ingyenesen terjesztett program teljes 3D-s tervezést biztosít teljes funkcionalitással. Magyar nyelvű verziója is létezik már. Rendkívül

könnyen tanulható és a létező AutoCAD rajzok vagy ProEngineer rajzok és modellek átvétele biztosított. A beépített mozgásanalízis és asszociatív tervezés segítségével nagy összeállítások is professzionális szinten elkészíthetők. A rendszer Windows alapú számítógépeken működik <http://www.unilis.hu/cad/termek1.htm>

Kutatóhelyek, kutatási központok

A szerkezetintegritás tudományág szintjén a korrózió-elemzésnek és -vizsgálatnak jelentős a szerepe. Ez nagyrészt azért van így, mert a korrózió, mint természetes folyamatot, teljesen kiküszöbölni az ipari alkalmazások szintjén nem lehet. Az internet bemutat számos kutatóhelyet, ismerteti munkájukat és a kapcsolattartás lehetőségeit. Ezen helyek közül emelünk ki néhányat a következőkben.

Korróziós információt szolgáltató: Corrosion Information server. Ezen a honlapon számos korrózióval kapcsolatos internetcímet lehet találni. Ez egy kapcsolattartási adatközpont (internet adatbázis) képvisel, folyamatosan bővülő adatokkal. Ezen a helyen kipróbálási verziót találunk az ECORR oktató szoftverről is, amely a tipikus károsodási mechanizmusokat (törésmechanikai és korróziós) mutat be multimédiás módon, képekkel, leírásokkal. Ugyanakkor tartalmaz hivatkozásokat ugyancsak ingyenes szoftverekre: EnAnalyse, BatchEnAnalyse. Ez a rendszer elektrokémiai zaj szabványos statisztikai és spektrum elemzését végzi. A honlapon további információk, hivatkozási és dokumentálók listák is elérhetők. <http://www.umist.ac.uk/corrosion/CIS>

Korróziós-doktor: Corrosion doctors. Ez az internetes hely is, akár az előző, számos információt tartalmaz a korrózió területéről. Itt nagyrészt a károsodási mechanizmusok leírásaival találkozhatunk, viszont számos további információt szolgáltató internetcímet, szakmai könyvek leírásait és esettanulmányokat is közölnek. A honlap magyarázó szótárt is tartalmaz (angol nyelven), amely a különböző károsodási módokat részletezi kiemelve az ezek közötti ok-okozat összefüggéseket. <http://corrosion-doctors.org/>

InterCORR international. Ez ugyancsak számos információt tartalmazó internet szerver. Innen is számos hasznos információ és tananyag érhető el. A honlap ipari szakembereknek szóló „találkozóhely”, ahol a saját eredményeiket tudják megosztani. Számos ipari és kutatási cégre való hivatkozásokat tartalmaz, amelyek köre folyamatosan bővül. Ugyancsak információk érhetők el erről a helyről különböző szoftverek terén. Ezek nem ingyenesek, viszont eléggé részletes információkat tudhatunk meg róluk (pl. **Predict** – korrózió előrejelzési rendszer, **Strategy A** – anyagválasztó rendszer sós környezetben működő csővezetékhez, kockázat alapú elemzéssel valamint repedésterjedési előrejelzési lehetőséggel, **Strategy B** – anyagválasztó rendszerként tartalmazó környezet esetén az előző rendszerrel azonos lehetőségekkel, **Socrates** – anyagválasztó rendszer olajos környezetben működő csővezetékhez, az előző két rendszerrel azonos lehetőségekkel). A honlapon nemzetközi területen működő szakemberek vagy kutatócsoportok kapcsolattartási címei is elérhetőek. A honlapon működik egy online elektronikus publikációs központ is (**Corrosionengineering**), amelyen a cikkek közvetlenül elérhetőek ingyenesen. Ez a rész lehetőséget nyújt saját publikációk közlésére is. A rendszerben működik egy híruság kategóriájú információs központ is („**Corrosion Source**”), ahol naprakész információk érhetőek el a korrózió területén (könyvek, technikai könyvtár, oktatási anyagok korrózió és törésmechanikai területen, programok, beszámolók, konferencia felhívások stb. Ezek speciális „tudásbázis” eléréséhez regisztráció szükséges és nem ingyenes. <http://www.cihouston.com/>

Klementis Ottó

**Anyagvizsgálókat keres felvételre csepeli telephelyű részvénytársaság
sugárveszélyes munkakörbe szakmai (RT2, UT2, ET2) végzettséggel és gyakorlattal.**

Jelentkezés: Tóth Péter laboratóriumvezetőnél, tel.: (1) 277-0902