

Kombinált roncsolásmentes anyagvizsgálati módszerek alkalmazása a KFKI AEKI kutatóreaktoránál

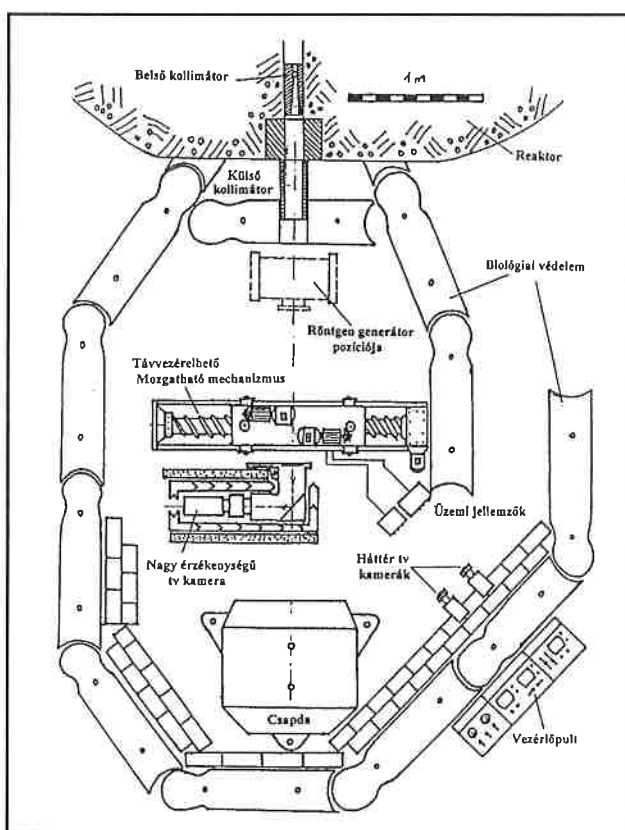
Balaskó Márton* – Sváb Erzsébet**

Bevezetés

A világ számos országában megfigyelhető az a tendencia, hogy a különböző roncsolásmentes anyagvizsgálati technikákat – előnyeiket kihasználva – kombináltan alkalmazzák [1]. Mi a KFKI AEKI kutatóreaktoránál a vizsgálati tárgyak dinamikus neutron-, gamma-, és röntgenradiográfiai képekkel egyidejűleg felhasználtuk a működésük során keletkező vibrációs diagnosztikai és akusztikus emissziós jellemzők is a tanulmányozandó jelenségek széles körű megismerése céljából [2]. Így lehetőségünk lesz arra, hogy a kombinált vizsgálatok eredményeinek kiértékelését követően olyan, az ipari gyártás minőségbiztosítási rendszereibe illeszkedő mérési eljárásokat fejlesszünk ki, amelyek közvetlenül az üzemekbe jeleníthetők.

A berendezések

A KFKI AEKI 10 MW-os kutatóreaktora mellett 1994 óta működik a dinamikus radiográfiái mérőhely [3], ahol neutron-, gamma- és röntgensugarakkal világítjuk át a vizsgálati tárgyakat. A neutron- és gammasugárzást a reaktorban elhelyezett komplex, rétegelt szerkezetű, pin-hole típusú kollimátor formálja a megkívánt mértékben. A kollimációs tényező (L/D) 170. A sugárnyalábnak a neutron fluxus értéke 10^8 n/cm²·s, a gammasugárzás $2,58 \cdot 10^{14}$ C/kg·h (10^8 R/h) intenzitását. A röntgensuga-



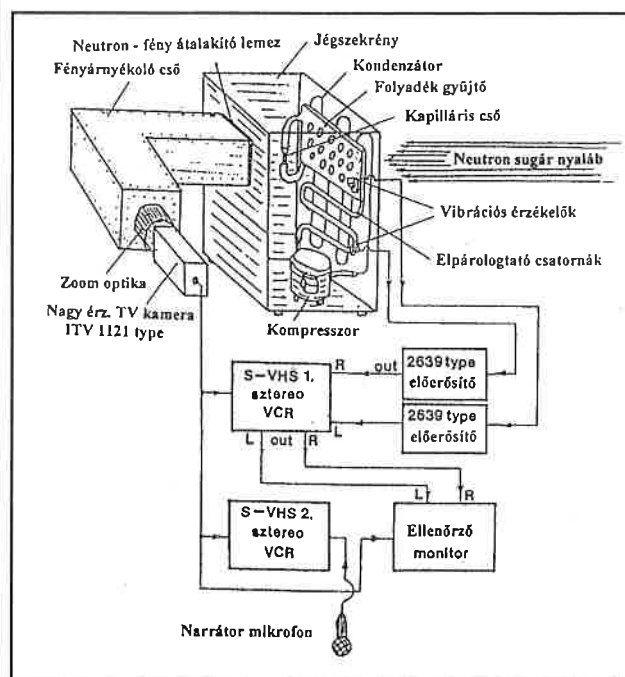
1. ábra A KFKI AEKI kutatóreaktoránál kiépített dinamikus radiográfiai mérőhely vázlatos elrendezése

* KFKI AEKI

** KFKI SZFKI

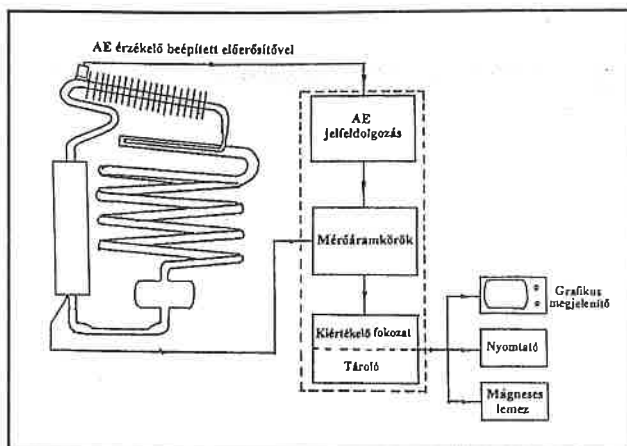
rakat egy – a fenti sugárnyalábok tengelyébe helyezhető – hordozható ipari röntgengenerátorral (300 keV; 5 mA) állítjuk elő. A neutronsugárzást NE 426 típusú szcintillátor lemezzel, míg a gamma- és röntgensugárzást NaCe egykristállyal tesszük láthatóvá. A keletkező kis intenzitású fény egy tükrörről reflektálódik a zoom optikával felszerelt nagy érzékenységű tv-kamerába, amelynek érzékenysége 10^{-4} lux és a képkalkulációs ideje 40 ms. A mérés során megfigyelt jelenségek egy S-VHS típusú videomagnóval kerülnek rögzítésre, így későbbi kiértékelésre is van lehetőség. A sugárnyaláb átmérője 150 mm. A vizsgálati tárgyak kiterjedése az esetek többségében ennél nagyobb, ezért azokat egy távvezérelhető mechanizmus segítségével mozgathatjuk megfigyeléseink során. A letapogató felület 1000x800 mm, a súlyhatár 250 kg. A működő tárgyak üzemi paraméterei (hőmérséklet, nyomás, fogyasztás stb.) nagyon fontosak a megbízóink (az ipari fejlesztéseket végző szakemberek) számára, ezért azokat mérjük, és az egyik háttér kameránk folytonos információkat szolgáltat azok értékeiről. A másik háttér kameránk vizuális képet továbbít a mérőhely belsejéről. A mérési elrendezésük az 1. ábrán látható.

A vibrációs diagnosztikai jeleket gyorsulás-érzékelőkkel detektáljuk és töltéscsatolt előerősítőkön keresztül juttatjuk el a sztereo video-magnetofonhoz, a 2. ábrán látható összeállításban. A nagy érzékenységű tv-kamera által szolgáltatott neutronradiográfiai képet egy másik videomagnetofonnal is rögzítjük, ahol egyidejűleg a mérés irányítója mikrofonon közli a szükséges háttér-információkat (üzemi paraméterek, események) archiválás céljából. A kiértékelés a vibrációs diagnosztikai laboratóriumban történik egy kétcsatornás, előidejű frekvencia-analizátor felhasználásával.



2. ábra Kombinált dinamikus neutronradiográfiai és vibrációs diagnosztikai mérések végzésére alkalmas összeállítás

Az akusztikus emissziós eseményeket mérő elrendezésünk elvi vázlata a 3. ábrán látható. Az események értékelését egy, a KFKI AEKI-ben kifejlesztett Defectophone típusú készülékkel végeztük.

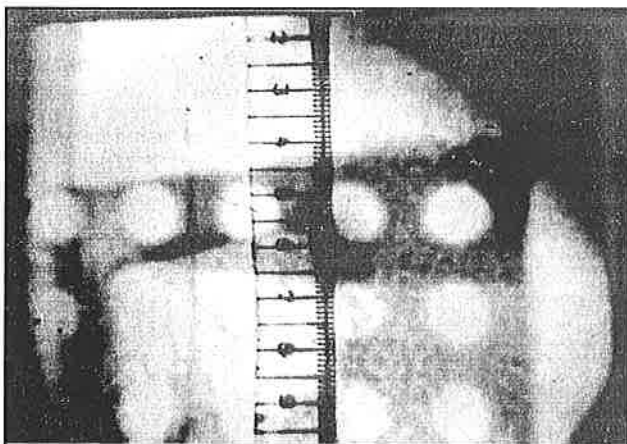


3. ábra Akusztikus emissziós eseményeket mérő elrendezés

A mérések

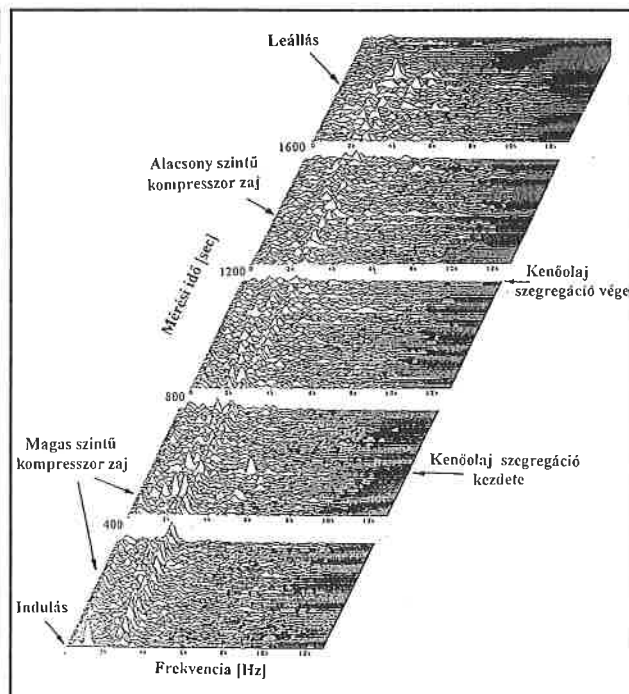
Kompresszoros hűtőszekrények vizsgálata

A környezetvédelmi törvények szigorítása arra kényszerítette a hűtőgépgyártókat, hogy a hagyományos R-12 hűtőközeg helyett alkalmazzák az új környezetbarát R-134a-t [4]. Ez az új anyag kalorimetriai tulajdonságaiban hasonló az elődjéhez, azonban kenőolajoldó képessége gyengébb. Ezt illusztrálja a 4. ábrán látható neutronradiográfiai kép, amelyen a készülék folyadékgyűjtőjében jól megfigyelhető a hűtőközeg felszínén lerakódott olaj. Hasonló jelenségeket publikáltak francia és magyar kutatók is [5], [6]. A dinamikus neutronradiográfiai módszer alkalmazásával sikerült a készülék töltetarányait optimalizálni [7] és a belső áramlási jellemzők megváltoztatásával az olaj tartós szegregációját megszüntetni. A készülékzaj paraméterei azonban még így is



4. ábra Kenőolaj szegregálódása a hűtőközeg felszínén

nagyobbak maradtak a szabvány által megengedetttnél. A csendkamrában végzett mérések nem tudtak egyértelmű információt szolgáltatni a zaj eredetéről, mert egyrészt a jégszekrények belseje igen kis méretű, másrészt a nagy elpárolgató fémfelületek igen jól vezetik a hangot. A megoldást a dinamikus neutronradiográfiai és a vibrációs diagnosztikai módszerek egyidejű alkalmazása hozta meg, mert így a zajjelenségekhez hozzá tudtuk rendelni a neutronradiográfia által nyert képeket. A vibrációs diagnosztikai laborban végzett kiértékelés során előállított „vizesés”-diagramon mutatjuk be a készülék működési sajátosságait, amely az 5. ábrán látható. A vízszintes tengelyen a vizsgált frekvenciatartomány látható, a rá merőleges koordináta tengely a mérési időt ábrázolja – minden egyes vonal egy másodperc alatt készült. A görbék alakja jellemző a zajjelenségek intenzitására és jellegére. A kompresszor által közvetlenül generált zajokat a frekvencia-spektrum alsó sávjából kiszűrtük. Megfigyelhető, hogy az indulást követően a kompresszor



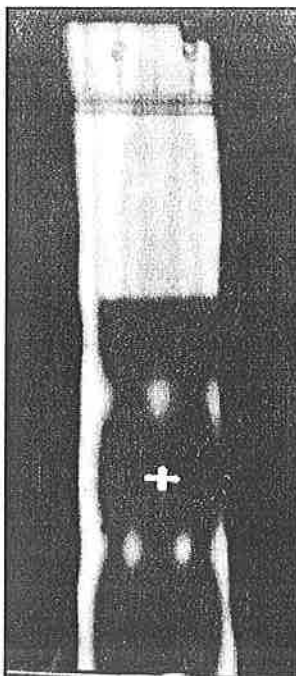
5. ábra Kompresszoros hűtőgép vibrációs diagnosztikai sajátosságait ábrázoló vizesés diagram

környezetéből érkező zajok erősek, amelyek az 1200. másodperc után fokozatosan gyengülnek. A kapilláris csőben és az elpárolgató csatornában keletkező zajok elég intenzívek maradnak az üzem során, sőt még a készülék kikapcsolása után is léteznek egy rövid ideig. Az olaj-szegregáció ideje is lerövidült. Részbeni magyarázata a kompresszor környezetének elcsendesülésére az olaj-szegregáció megszűnésakor a kompresszorba visszajutó olaj, amely így növeli az ottlevő kenőanyag mennyiségét.

A méréseket követően a készülék egyes elemeinek megváltoztatásával sikerült a zajszintet a megkívánt mértékben csökkenteni és a termék már sorozatgyártásban van.

Abszorpciós aggregátok vizsgálata

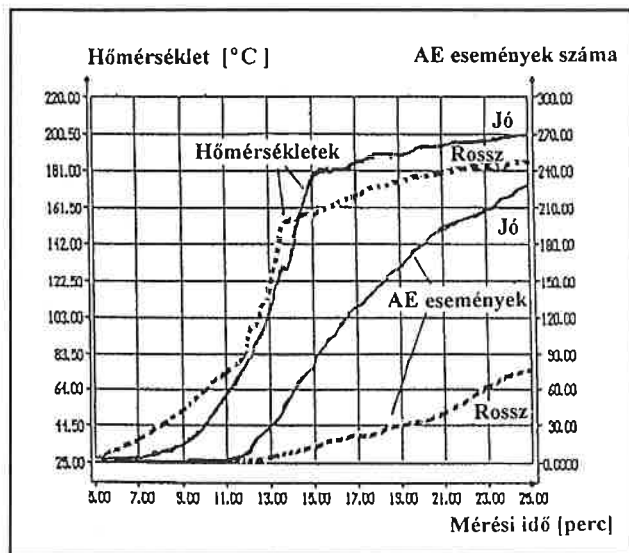
Az abszorpciós aggregátokban ammónia vizes oldata (35%-os töménységű) és a folyékony ammónia elpárolgását elősegítő hidrogéngáz van. A működési hibák jelentős részét a hajtógáz nyomásának az előírtnál alacsonyabb értékre való csökkenése okozza. Ez bekövetkezhet már a pontatlan töltési eljárásakor, illetve hosszabb üzem után, a nem eléggé tömör hegesztések következtében. A dinamikus neutronradiográfiai méréseink során felfigyeltünk egy olyan részére a készüléknek, amelynek működési sajátosságai arányosak voltak a hidrogéngáz nyomásával. Ez az elem a buborék-pumpa, amelynek neutronradiográfiai képe a 6. ábrán látható. Az abszorpciós készülékek ezen részében történik az ammónia gáz kiforrálása a vizes oldatból, amely csekély intenzitású hangjelenség kíséretében



6. ábra Abszorpciós hűtőgép buborék-pumpa szivattyúja

történik. A vibrációs diagnosztikai technikával érzékelhetővé tudtuk tenni a jelenséget és meg tudtuk határozni a hidrogéngáz nyomásától való függését. Az optimális töltet-nyomású készülék frekvenciája 3,3 kHz volt, míg az 5 barral csökkentett nyomású egység frekvenciája 3,9 kHz volt. Ezt a mérést azonban csak zajárnyékolt helyiségben lehet reprodukálhatóan elvégezni, mert a környezeti háttérzajok zavaróan hatnak. Gyári körülmények között, a gyártósor mellett költséges lenne ennek feltételeit megteremteni.

Erdeklődésünk az akusztikus emisszió felé fordult, mert az esemény érzékelési frekvenciája meghaladja a 1011 kHz-et, ahol az ipari zajforrások már nem detektálhatóak. A mérések eredménye a 7. ábrán látható. A koordináta rendszer vízszintes tengelyén a mérési idő, baloldali függőleges tengelyén a buborék-pumpa hőmérséklete, míg jobb oldali függőleges tengelyén az akusztikus emissziós események száma van feltüntetve. A kifogástalanul működő eszköz (Jó) görbét folyamatos vonallal rajzoltuk be, míg a csökkentett hajtógáz nyomású egység (Rossz) görbét szaggatott vonallal ábrázoltuk. Jól látszik, hogy a „Jó” aggregát



7. ábra Abszorpciós hűtőgép akusztikus emissziós mérésének eredménye

akusztikus emissziós eseményeinek száma háromszorosa a hibás készülékének. Ez a szignifikáns különbség lehetőséget ad arra, hogy a gyártósorhoz illeszkedő minőség-ellenőrző készüléket építhessünk.

Következtetés

A kombinált alkalmazott roncsolásmentes vizsgálati módszerek felhasználása jelentős mértékben megnövelik a hibásan működő termékek sajátosságainak feltárhatóságát és megérthetőségét. A hibafeltárás és elhárítás során nagy jelentősége van a jól felszerelt kutatólaboratóriumok nagy berendezései (reaktor) által szolgáltatott és könnyen értelmezhető vizuális (dinamikus radiográfia) és akusztikus (vibrációs diagnosztikai) módszereknek. A gyártósorok mellé telepítendő, a minőségbiztosítási láncba kerülő eljárásoknak (akusztikus emisszió) azonban olyanoknak kell lenni, amelyek közvetlenül illeszkednek a gyárak infrastrukturális hátteréhez, nem támasztanak környezetükkel szemben különleges követelményeket (sugárvédelem, zajszigetelés) és jól hasznosítják a bonyolultabb mérési technikák által szolgáltatott eredményeket.

Irodalom

- [1] Allen M. J. et al.: „Comparison of tomographic data in neutron and X-ray radiography applications”, Proc. 5th World conference on Neutron Radiography, Ed. C. O. Fischer, Berlin (1996) (in print)
- [2] Balaskó M. et al.: „Combined dynamic neutron radiography and vibration diagnostics for industrial applications”, Proc. 5th World conference on Neutron Radiography, Ed. C. O. Fischer, Berlin (1996) (in print)
- [3] Balaskó M. et al.: „Dynamic neutron radiography instrumentation and applications in Central Europe”, Proc. 2nd Topical Meeting on Neutron Radiography System Design and Characterization, Eds. K. Mochiki and Kobayashi, Rikkyo (1995) 184
- [4] Montreal protocol
- [5] Parquet du J. and Bayon G.: Contribution of neutron radiography to the conservation of the environment”, Proc. 4th World Conf. on Neutron Radiography, Ed. J. P. Barton, Gordon and Breach Science Publ., (1993) 65
- [6] Balaskó M. et al.: „Neutron radiography investigation of absorption and compression refrigerators”, Proc. 4th World Conf. on Neutron Radiography, Ed. J. P. Barton, Gordon and Breach Science Publ. (1993) 69
- [7] Balaskó M. et al.: „Dynamic neutron radiography in development of environment friend compressor refrigerators”, Proc. Conf. Engines and Environmental Protection, Balatonfüred (1995) 275



Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet Hungarian Assay Office

1089 Budapest VIII., Bláthy Ottó u. 3.
Tel.: (36-1) 313-8621, 333-0147; Fax: (36-1) 313-0020
MNB 10032000 01454093

A Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet (NEHITI) a jogszabályokban meghatározott feladatain túl vállalja mindenféle nemesfém-tárgy és nemesfém-tartalmú termék analitikai vizsgálatát, valamint egyéb fém-elemzéseket a NAT által akkreditált vizsgálólaboratóriumában. Az Intézet az Igazságügyi Minisztérium által nyilvántartásba vett szakértőként végez nemesfémvizsgálatot és azonosítja az eredeti vagy a hamis fémjeleket. Intézetünket feladatainak ellátásában széles körű nemzetközi tapasztalatok segítik.

A NEHITI tevékenységi körei:

1. Nemesfémvizsgálatok
 - ékszerekből
 - ipari mellék- és főtermékekből
 - hulladék anyagokból
 - bányatermékekből
2. Ötvözelemezések
3. Szakértői vélemények készítése
 - nemesfém meghatározás
 - fémjelazonosítás
 - hamis fémjel felismerés témákban.

WIRTZ BUEHLER METALLOGRÁFIAI anyagok és berendezések

Az Ön partnere az
anyagvizsgálatban

GRIMAS® IPARI KERESKEDELEM

Tel.: 420-5883;
Fax: 276-0557