

Atomerőműi cseppleválasztó csővég-behegesztéseinek ammóniás szivárgásvizsgálata*

Csollák Zoltán¹ – Gillemot László²

Az ALSTOM Power Hungária Rt. (APH) – a korábbi Láng Gépgyár – erőműi berendezéseket, részegységeket munkál meg, hegesztett szerkezeteket gyárt és turbina szigeteket és tápházi rendszereket szervizel.

Az ALSTOM Power Hungária Rt. finn megrendelésre 2 db. U csöves cseppleválasztót (Moisture Separator Reheater = MSR) gyártott. Mindegyik MSR – a szállítás miatt – két félből áll és két-két nagynyomású fokozattal bír, amely együttesen 3524 csővég szivárgásvizsgálatát igényelte. Egy-egy fél nettó súlya 107 tonna.

Szivárgásvizsgálatok

A hegesztett szerkezeteket leggyakrabban nyomáspróbával ellenőrzik, amivel egyidejűleg a szilárdságot és a tömörséget is tesztelik. A szerkezet funkciójától függően ezek a víznyomás értékek meghaladhatják az 50 MPa-t is (pl. nagynyomású hőcserélők). Az APH vállalat felkészült a nyomáspróbák végzésére, de a szivárgásvizsgálatokhoz nem rendelkezik kellő szaktudással (képesítéssel), eszközökkel és etalonokkal. Ezért az ilyen típusú vizsgálatokat az APH szakcég bevonásával hajtja végre.

Az említett cseppleválasztók szivárgásvizsgálatát az APH az ÁEF Laboratórium Kft.-vel (ÁEF) és az ammóniás hőcserélők szervizelésében nagy gyakorlattal rendelkező Cooltechnique Kft.-vel közösen hajtotta végre. Úgy ítéljük meg, hogy a megvalósított szivárgásvizsgálat néhány tekintetben egyedülálló volt az országban, ezért érdemesnek tartjuk ennek ismertetését.

A feladat különlegessége

Vizsgálati terv készítése. A megrendelő megkövetelte, hogy részletes vizsgálati előírás készüljön, amit egyrészlől egy III. fokozatú képesítéssel rendelkező vizsgáló személy ellenőrizzen, és természetesen azt is, hogy MSZ EN ISO / IEC 17025:2001 minősítéssel rendelkező vizsgáló cég legalább 2. fokozatú képesítéssel bíró személyzete végezze a vizsgálatot, illetve hagyják jóvá azt. Végül is az előírás „f” változatát fogadták el, amely az MSZ EN 1593, MSZ EN 1779 C3 szabványokon és az Alstom két belső előírásán alapult. Az egyik előírás, amelyet a csővégbehegesztésekre dolgoztak ki, szűkítette az alkalmazható lehetőségek körét, míg a másik a felhasználható anyagok tisztaságára vonatkozott. Ebben az is közrejátszott, hogy a magyar fél először héliumos tömörségvizsgálatot javasolt, amit a megrendelést közvetlenül kiadó Alstom társvállalat nem fogadott el.

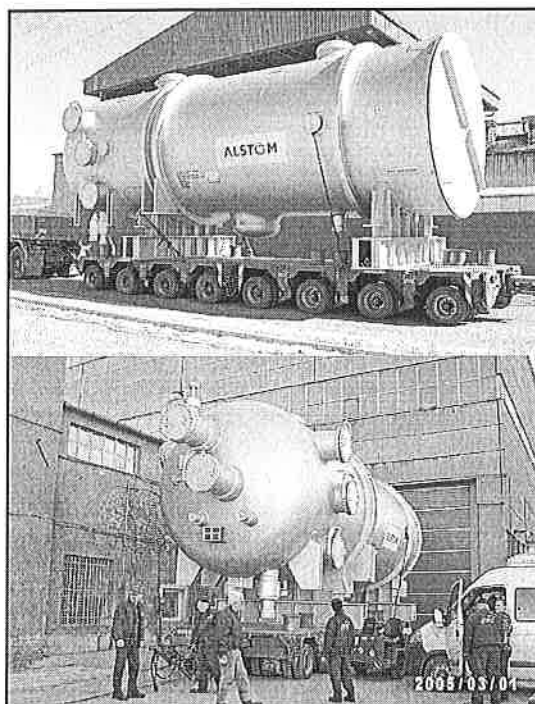
Nem tartozott szorosan a szivárgásvizsgálathoz, de a préselési technológia ellenőrzésére kör alakú próbacsőfalakon préselési vizsgálatokat kellett végrehajtani a prészerszám beállításának optimális értékeinek elérése érdekében. Mielőtt a csöveket kiszakítottuk volna a csőfalból, a tömörséget 0,2 MPa túlnyomással Proof Check folyadék segítségével szükséges volt ellenőrizni.

A vizsgálandó szerkezet. Egy-egy MSR fél két egymástól elválasztott nagynyomású hőcserélő részből, elő- és végszeparátorból, kompenzátorból és köpenyrészből áll. Négy ilyen fél készült, amelyekből kettő-kettő a helyszínen kerül összehegesztésre. Egy ilyen fél fényképe látható az 1. ábrán.

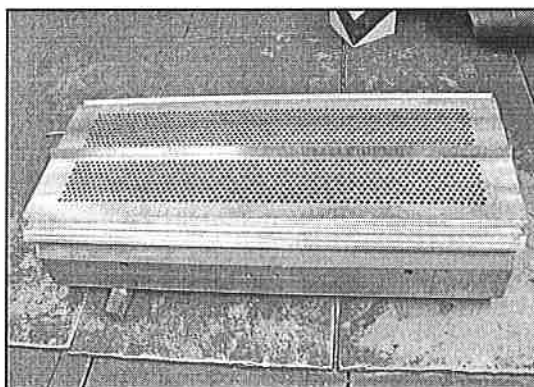
Csak a méretek érzékeltetésére: a köpeny átmérője közel 5 m, a hossza meghaladja a 11 m-t. A két hőcserélő rész csöveit egy tartókeret fogja össze (2. ábra), amelyhez csatlakozik a csőfal (3. ábra). A csőfalba a csöveket préseléssel fektették ki, majd automata AVI hegesztőgéppel készültek el a varratok. A kész varratok láthatók a 4. ábrán

A csővég-behegesztést követte a szivárgásvizsgálat, majd ez után a csővégeket még mélységében két-két szakaszon a cső feltágításával is rögzítették.

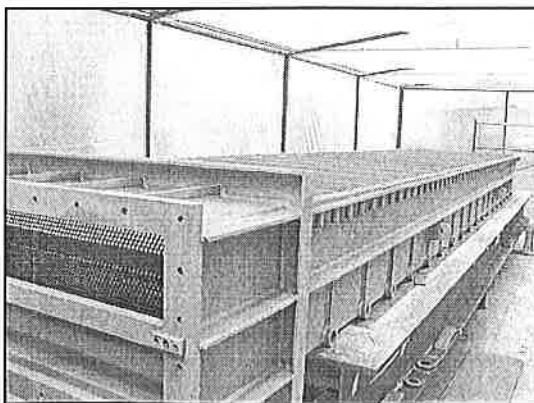
A szivárgásvizsgálatot több okból nem lehetett magában a szerkezetben végrehajtani:



1. ábra. Egy MSR fél fényképfelvételei



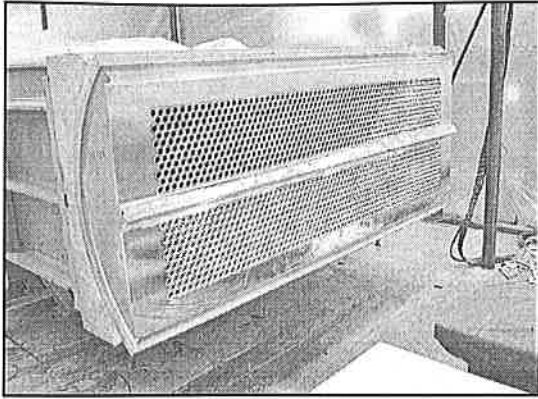
2. ábra. Tartókeret



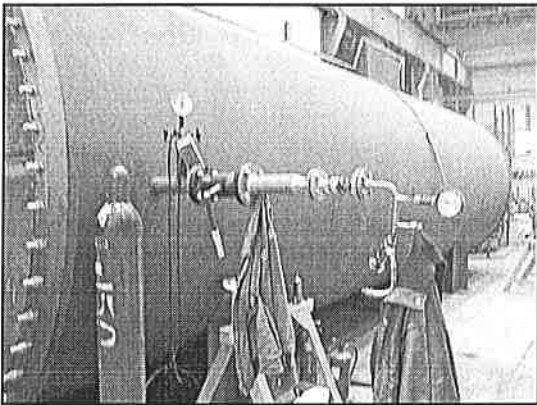
3. ábra. Csőfal

* Lásd a 71. oldalon.

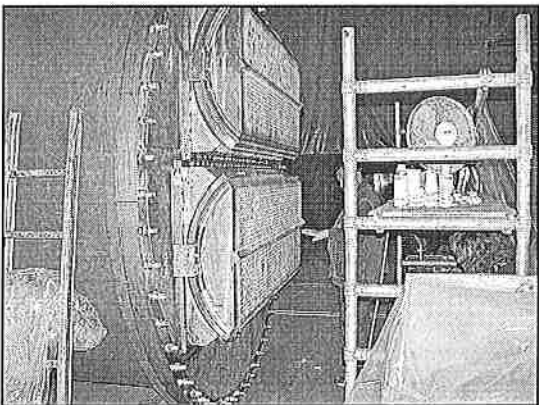
¹ ÁEF Anyagvizsgáló Laboratórium Kft.; ² ALSTOM Power Hungária Rt.



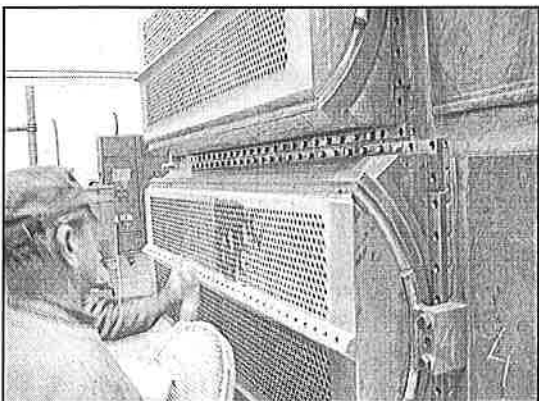
4. ábra. Csőfal a behegesztett csővégekkel



5. ábra. A vizsgáló tartály



6. ábra. A vizsgáló tartály és a csőfal



7. ábra. Az indikátor festék felvitele

- A beépítést követően a csőfal nem hozzáférhető.
- A csőfalat a kerethez hegesztéssel rögzítik, tehát a vizsgálat után már nem lett volna lehetőség a szétbontásra.
- Az ammónia nehezen lett volna eltávolítható.
- Nagyon nagy mennyiségű vizsgáló anyagra lett volna szükség.

A vizsgáló szerkezet. A két hőcserélő fokozat együttes, egyidejű fogadására alkalmas 9475 mm hosszú, 2800 mm átmérőjű tartály 20 mm vastag acélemezből készült, sík fenéklapokkal. A fogadó oldalon a csőfalnak megfelelő méretű kivágás és csavarokkal felfogható zárólecek biztosították a csőfal helyzetét és a tömitést. A tartályon belül kerek szerkezet segítette elő a közel 50 t súlyú csőfal beemelését. A vizsgáló tartály 60 m³, a beépített szerkezet ebből mintegy 5 m³-t foglal el.

A vizsgáló anyagokkal szembeni követelmények. Tekintette arra, hogy az MSR egykörös atomerőmű létesítménybe kerül beépítésre, a felhasznált anyagok tisztaságával szembeni követelmények rendkívül szigorúak voltak: a klorid- és a halogéntartalomnak kevesebbnek kellett lenni, mint 200 ppm. A vonatkozó szabványok nem írják elő egyértelműen az indikátor anyagot, de a megrendelő ragaszkodott a bromofenol blue (C₁₉H₁₀Br₄O₅S) használatához. Azt a feltételt, hogy az indikátor a csőfalon hosszabb ideig fennmaradjon csak adalékolással lehet biztosítani. A bromofenol blue pH 3.6 alatt sárgaszínűvé válik, míg pH 4.2-nél, „lúgosabb közeg” esetében, kékké válik. A sárga színt az indikátor anyag savságának beállításával biztosítják. Ezt a tulajdonságát az is igazolta, hogy csapvíz hozzáadásának a hatására (sőt még a szódavíz hatására is) az indikátor elkékült. Magyarországon ilyen indikátor anyagot nem forgalmaznak, a sprayt japán licenc alapján Dél-Koreában gyártották. Az ecsettel felvihető indikátoranyag francia eredetű. A tisztasági előírások a hordozó gázokra is vonatkoztak, ezért nagy tisztaságú N₂ és NH₃ gázt használtunk, ami jelentősen megnövelte a vizsgálat költségeit.

Előzetes vizsgálatok

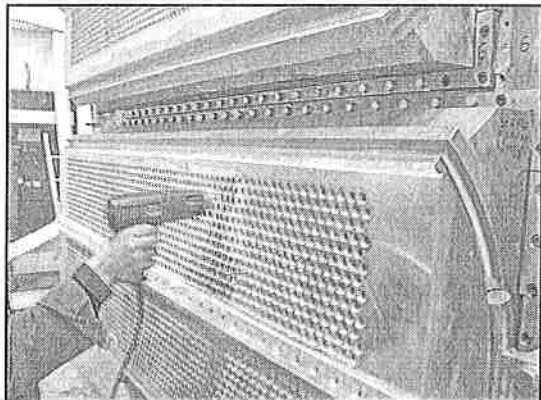
A téglalap alakú csőfalat körülvevő tömitést – 0,2 MPa túlnyomás mellett – szivárgásra a Proof Check folyadékkal (spray) ellenőriztük. A tömitést akkor fogadtuk el jónak, ha ezzel a módszerrel nem lehetett szivárgást kimutatni. A későbbiek során bebizonyosodott, hogy ez a módszer nem kellően érzékeny, de más gazdaságos megoldást nem találtunk.

Az első vizsgálatok során a tartályt N₂ – He 85/15 %-os keverékkel töltöttük fel, a csőfalat fóliával ragasztottuk le és 0.2 MPa túlnyomás mellett a fólia alatt összegyűlt He alapján kíséreltük meg indikálni a szivárgást. Szivárgás észlelésekor a leragasztott felület nagyságát fokozatosan csökkentettük és így próbáltuk lokalizálni a szivárgó csövet, csöveket. Ezzel a technikával az első vizsgálat alapján 1 szivárgó csövet sikerült kiszűrni, míg az ezt követő ammóniás vizsgálat további 5 csövet talált hibásnak. A sikertelenség okát elsősorban abban látjuk, hogy a tömitések mellett jelentős mennyiségű He került a levegőbe és a megemelkedett alapszinhez képest nem volt lehetséges a lokális szivárgások kimutatása. A kedvezőtlen tapasztalatok alapján a héliumos szivárgásvizsgálatokat egyetlen kísérlet után befejeztük.

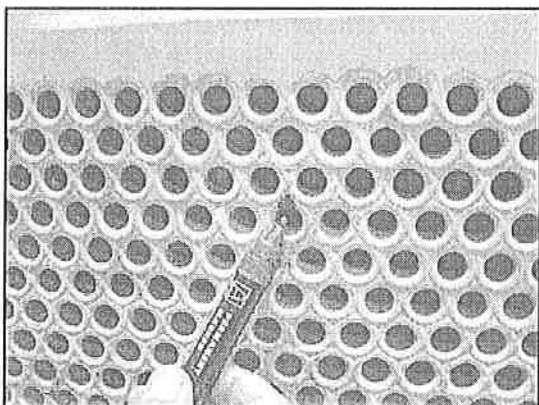
A csőfalak szivárgásvizsgálata

A csőfalak szivárgásvizsgálatai során a tartályt a 0.1 MPa nyomásra vákuumozást követően N₂-vel feltöltöttük kb. 0.8 MPa nyomásig, majd két palack NH₃ gázt bevittele után ismét N₂ gáz befúvásával állítottuk be az előírt 1.2 MPa vizsgálati nyomást. A két palack NH₃ biztosította a 15 térfogat % ammónia mennyiségét, míg a N₂ kétlépcsős adagolásával volt elkerülhető a levegő – 15–28 % ammónia keverék kialakulása, ami robbanásveszélyes lehetett volna. A vizsgált csővégbeprejelés 50 mm hosszú. Általános szabályként szokták elfogadni, hogy 10 mm-ként 1 óra a nyomáson tartás ideje, amit a megrendelő – szakértőjére hivatkozva – 10 órára emelt fel. Ehhez járul még: kb. 1/2 óra az indikátor anyag felhordása, 1/2 óra várakozási idő, 4–5 óra a tartály feltöltése, és kb. ennyi idő a leürítése és a tartály átöblítése. A leürítés során az ammóniát 2 db 1 m³-es tartályban nyeltük el. Az egyes technológiai műveletek idejének összeadásából kiderül, hogy egy-egy vizsgálat végrehajtásához 24 óra szükséges.

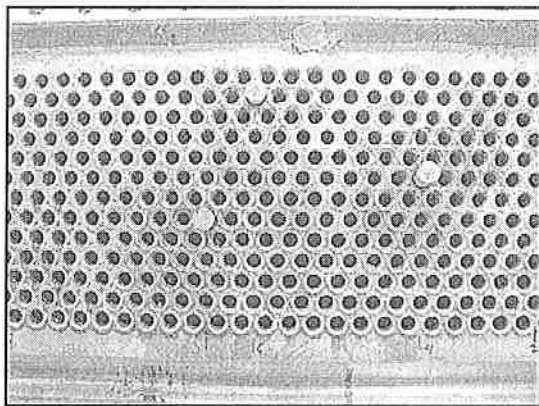
A vizsgálati eredményektől függően került sor a javításokra, amit a szivárgásvizsgálat megismétlése követett. A vizsgálat hosszadalmassága miatt



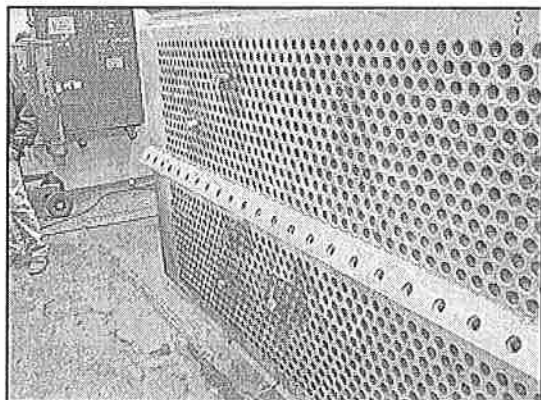
8. ábra. Száritási művelet



9. ábra. Kismértékű szivárgás (kis kék folt)



10. ábra. Szivárgó (dugózott) csövek és környezetük (enyhén kék)



11. ábra. A levegőben lévő ammónia

nem volt lehetőség arra, hogy erre az időtartamra a csarnokban folyó termelést felfüggesztjük, tehát nagy fokú, itt nem részletezett biztonsági intézkedéseket tettünk a dolgozók védelme érdekében.

A csőfalra az indikátor anyagot spray és ecsetelhető (hengerezhető) festék formájában vittük fel. Az indikátor alapja a bromofenol blue, de ennél többet nem sikerült megtudnunk az összetevőkről. A sprayt a dobozán „Leak Color”, míg a műanyag kannában szállított festékeket szállító cég is „Reaktív NH₃ festék”-ként bizonylatolta. A festéket a felhordás után meleg levegővel kellett szárítani, hogy ne folyjon le a csőfalról.

Magát a szivárgást, az ammónia jelenlétét, négy módszerrel érzékeltük, nevezetesen: kézi műszerrel, szaglással, kénszalag égetésével és a bromofenol blue indikátorral.

A felsorolás sorrendje egyben érzékenységi mutatóknak is megfelel. Kézi műszer segítségével az ammónia jelenléte megállapítható, de például az szivárgó cső helyzete nem határozható meg. Szaglással az egyes szivárgó helyek megtalálhatóak voltak. A kénszalag égetése során keletkező fehér füst és annak lecsapódása jól indikálta a szivárgó helyeket, de több esetben nem mutatta ki, vagy nem volt olyan egyértelmű a cső megtalálása, mint a festék indikátor használatakor. Igaz, hogy csak egy esetben, de előfordult, hogy a kénszalag égetésével találtunk meg olyan szivárgást, amit az indikátoroldat sem mutatott ki.

A következő felvételek (7 – 10. ábra) az indikátor oldatos vizsgálatok eredményeit szemléltetik míg a levegőbe került ammónia vizsgálatot követő, elszíneződést okozó hatása látható a 11–12. ábrákon.

Eredmények

A vizsgálatok alapján kiszűrtük a nem tökéletesen behegesztett csővégeket, és a javításuk megtörtént. Az első vizsgálat során észlelt hibák alapján (kb. a behegesztett csővégek 2%-a) módosítottuk a csővég tisztítási technológiáját is és ezzel a javítandó csőszámot is csökkenteni tudtuk.

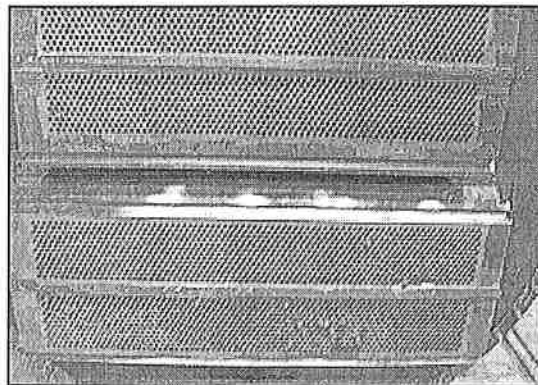
Mind a vizsgálatokat, mind pedig a terméket a megrendelő elfogadta.

Összefoglalás

Az ALSTOM Power Hungária Rt. megbízásából az ÁEF Laboratórium Kft. – az ammónia kezelésében nagy tapasztalattal rendelkező – Cool-Technique Kft. bevonásával olyan ammóniás szivárgásvizsgálatot végeztünk, amelyhez hasonló ismereteink szerint Magyarországon még senki sem hajtott végre.

A bromofenol blue meglehetősen drága indikátor, de nagyon jól használható és érzékenyen mutatja ki a legkisebb szivárgást is.

A következőkben a vizsgáló tartály csőfal tömitését célszerű javítani, mert a környezetbe kiszivárgó ammónia mellett nem lehet biztosítani, hogy a csőfal színe sárga maradjon a vizsgálatok teljes lezárásáig, ami követelmény, annak ellenére, hogy a szivárgás és a környezetben lévő ammónia egész más színváltozást és elszíneződési jeleget ad.



12. ábra. Környezeti hatás 1 óra elteltével okozta elszíneződések