

későbbiekben az oxid típusú betétanyag alkalmazása mellett döntöttünk, ezért előadásunkban ezzel nem foglalkoztunk).

– A kísérletek másik csoportjánál *oxid jellegű* reflektorok elhelyezési lehetőségeit vizsgáltuk meg.

A betétanyagok méretének figyelembevételével kimunkált hornyokba, korong alakú fészkekbe elhelyezett reflektorokat plattíroztunk. A plattírozási réteg vastagsága 4–6 mm volt. Az előbbieken vázolt alapelrendezésnél, *változtatva*

- a horony, illetve fészkek *kialakítását*,
- a befedés *technológiáját* és
- a betétanyagok *típusát*, illetve *méretét*,

kerestük a módszer *optimális technológiai paramétereit*, a műhibák elhelyezésére legalkalmasabb *betét típusát*.

A jellemző daraboknál, a próbatést feltárásával, *szemrevételezéssel* értékeltük az eredményt. Egyes esetekben *ultrahangos vizsgálatokkal* egészítettük ki az értékelést. Az előzőekben jeleztük már, hogy – a hegesztési varratban elhelyezhető műhibák problémakörében – szabadalmi, illetve gyártási tapasztalatok birtokában vagyunk. Ezért a betétanyag kiválasztására irányuló kísérleteket – előzetes ismereteink alapján – csak *oxid jellegű reflektorok* felhasználásával végeztük. A pontosított, értékeléssel befejezett kísérletek előtt előkísérletek végeztünk, abból a célból, hogy leszűkítsük a vizsgálatok körét.

A kísérletek első csoportjában a csomómodellnél alkalmazható technológiai paraméterek optimalizálását végeztük el, és kialakítottuk azt a módszert, amelynek az alkalmazása elfogadható biztonságot jelent a műhibák elhelyezésére.

A következő feladatot a – lehetőségeken belüli – legalkalmasabb oxid típusú betétanyag kiválasztása jelentette. A technológiai kísérletek ered-

ményesek voltak. Az ultrahangos ellenőrzőtestek kialakításában szerzett gyártási tapasztalatainkat – jelentős mértékben – sikerült pontosítani, kiegészíteni a kísérletekkel. Meghatároztuk azokat a technológiai paramétereket, amelyek alkalmazása mellett az oxid típusú műhibák elhelyezése elfogadható biztonsággal végezhető el. Kiválasztottuk azt az anyagféleséget, amely alkalmas a műhiba céljára.

A kísérletek értékelését követően elkezdtük a csomómodell elkészítését

- a gyártás (plattírozás, megmunkálás, hegesztés, gyártásközi ellenőrzés stb.), és

- a műhibarendszer elhelyezésével összefüggő feladatok (hornyok, fenékfuratok, lapkák elhelyezése, gyártásközi ellenőrzés stb.) összehangolt munkáját.

A csomómodell gyártása a közeljövőben fejeződik be. A műhibák nagyobbik részét már elhelyeztük. Az eddig elvégzett ultrahangos ellenőrzések azt igazolták, hogy a reflektorok a terveknek megfelelő paraméterekkel (hely, pozíció, méret) kerültek a helyükre. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a gyártásközi ellenőrzések egy része – technikai okokból – elmaradt a gyártási fázistól.

A csomómodell kialakítását követően a műhibákról részletes, elemző jellegű ultrahangos vizsgálat készül, amely a tervezett műhibák kézi ellenőrzésével elérhető jellemzést fogja adni. Ez a vizsgálat – egy ellenőrzési technológiához tartozó – alapot ad a későbbi kézi, illetve gépi vizsgálatokhoz.

A tervek szerint, az ismert anyagihiányokhoz rendelt – különböző szervezetszerű – vizsgálatok eredményei közötti azonosságok, illetve eltérések analízise értékes segítséget adhat a reaktorcsomó és környezetének vizsgálatfejlesztéséhez.

952 061 094

Beépített turbinalapát ultrahangos vizsgálati technológiájának kidolgozása

Gubicza Péter – Bagi István – Dr. Váradi Károly

Bevezetés

Egy 220 MW-os turbinán bekövetkezett lapáttöréses üzemzavart követően, a kiserelt lapátokon végzett mágneses repedésvizsgálatok nagyszámú repedést mutattak ki a 1130 típusú lapátok fogárok részében (1. ábra).

A különböző hosszúságú és mélységű repedést tartalmazó lapátok elemzése alapján megállapítottuk, hogy a repedések jellemzően a belépőél alatti felső fogárokból jelentkeznek, s kiindulási területük is a belépőélhez kapcsolódik.

Mivel a kimutatott repedések az országban több mint 2500 azonos típusú lapát állapotát kérdőjelezték meg, a hibák feltárása mellett a lapátrepedések kimutatása is feladatként jelentkezett.

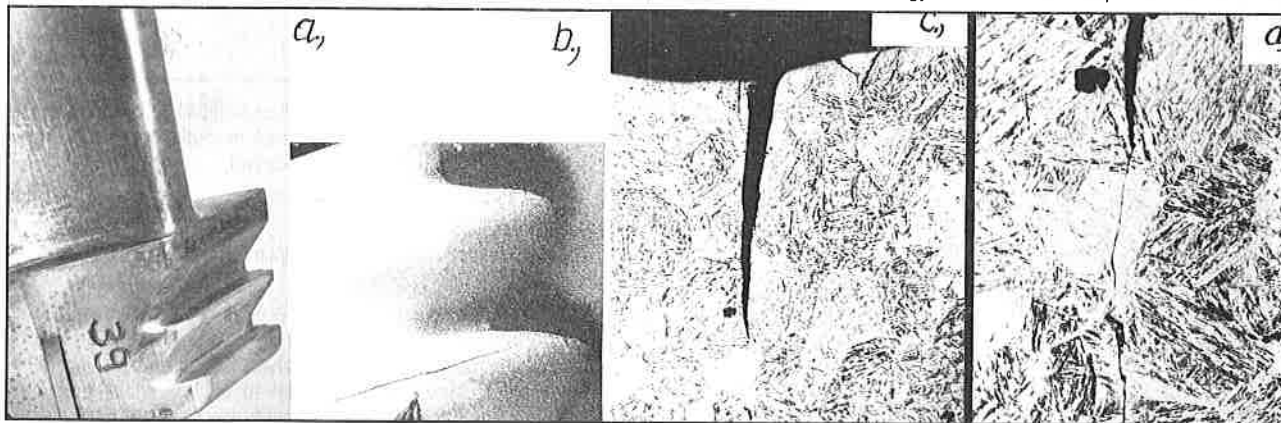
A lapátok kiserelést követő mágneses repedésvizsgálata kézenfekvő, alacsony vizsgálati költséggel végrehajtható módszert jelent, de felmerül,

hogy napjaink korszerű diagnosztikai eszközei és eljárásai mellett mennyiben indokolt egy nagyberendezést helyéről elszállítva, alkatrészre szétszerelve vizsgálni.

3D végelemes feszültségszámítással alátámasztottuk, hogy a jól behatárolható területen kifejlődő repedések megjelenését a lapát üzemi igénybevételének hatására kialakuló feszültségviszonyok okozzák. Erre alapozva kifejlesztettünk egy speciális, az igazolt hibamegjelenési helyre koncentrált ultrahangos vizsgálati eljárást, amely a turbinalapátok forgórészre szerelt állapotában ad lehetőséget a fogárokból megjelenő repedések kimutatására.

A vizsgálati módszer ismertetése

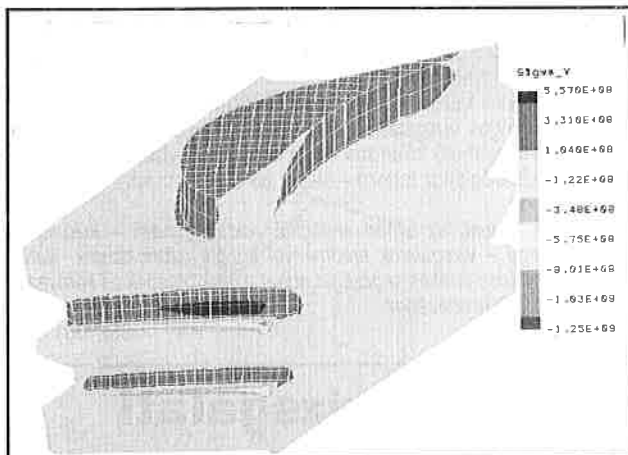
A lapát fogtőve a turbina tengelyében levő hornyban helyezkedik el. A lapátok a kerület mentén egymáshoz szorított állapotban vannak. Ezért



1. ábra. Az 1130 típusú turbinalapát fogtőve (a), a rajta képződő repedés (b), amely felület közelben szétnyílik (c), de interkristallin módon terjed (d).

az ultrahangos vizsgálat során a hozzáférhetőség, a letapogatható felület nagysága korlátozott. A fogtő bonyolult geometriájú, ultrahang szempontjából sok visszaverő felülettel rendelkezik. Az előzőek miatt csak a potenciális hibahely ismeretében van lehetőség a vizsgálati feladat egyedi megoldására.

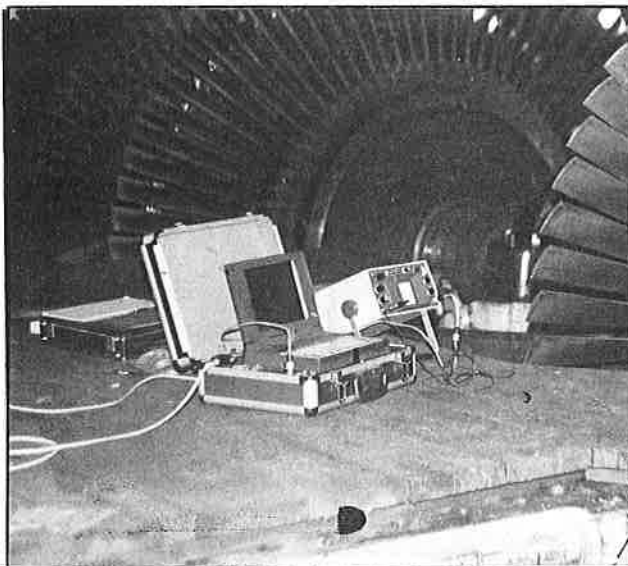
Az Elinor Mérnökiroda közreműködésével elvégzett 3D végelelemes szilárdsági analízis a lapátra ható centrifugális erőrendszer és a gőznyomás hatására kialakuló feszültségviszonyokat határozta meg. A COSMOS/M végelelemes rendszer parametrikus hálógeneráló parancsai segítségével, a teljes lapátra felépített geometriai modell, a kapcsolódó fogfelületek környezetében megbízható numerikus viselkedésű, viszonylag sűrű hálószerkezetet valósított meg. A modellszámítás eredményei szerint a belépő alatti felső fogárok jól behatárolható szakaszán jelentős feszültségcsúcs ébred (2. ábra).



2. ábra. A lapátfogtő feszültségviszonyai

A feszültségcsúcs kialakulásának oka elsősorban a belépő csatlakozási környezetben átadódó centrifugális erőrendszer hatására, a rövid távolságra levő felső fogfelületen fellépő egyenlőtlen érintkezési nyomás. A lokális feszültségcsúcs számszerűsített értékeit a megfelelő anyagjellemzőkkel összevetve megállapíthatóvá vált, hogy a repedések megjelenésében és továbbterjedésében a feszültségcsúcs meghatározó szerepet játszik.

A fogtő kritikus térfogatának fenti behatárolását követően modellezés útján meghatároztuk az ultrahangvizsgálat lehetséges és optimális besugárzási pontját és szögét. A pozícióra állás, illetve csatlakozás jóságának ellenőrzésére stabil geometriai reflektorokról érkező jeleket használtunk. A vizsgálati technológia paramétereit természetesen repe-



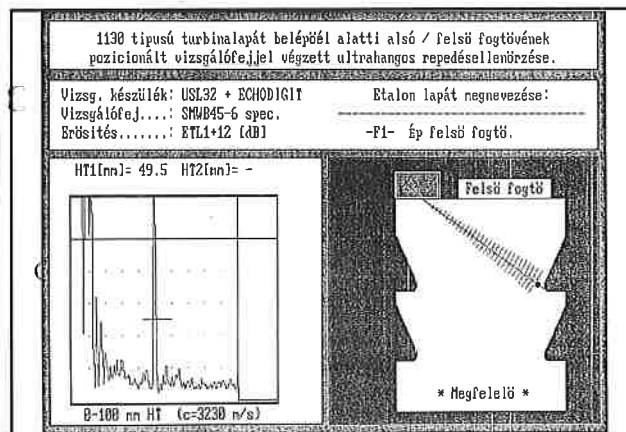
3. ábra. Az alkalmazott vizsgálóegység

déseket, illetve műhibákat tartalmazó lapátokon végzett kísérletekkel állapítottuk meg.

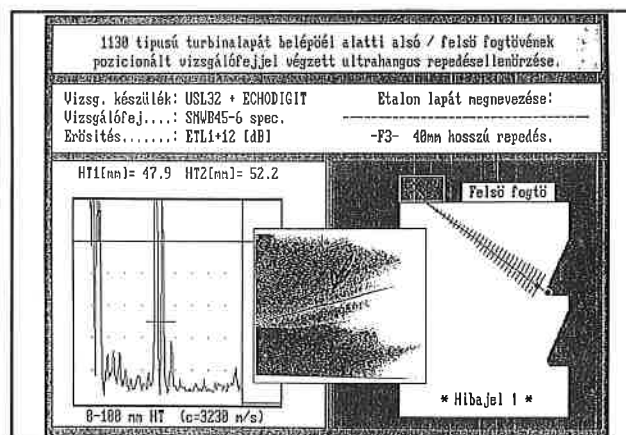
A vizsgálókészülék jelét egy számítógéppel egybeépített, nagy sebességű mérésadatgyűjtőre vezetve (ECHODIGIT) megoldottuk, hogy a vizsgálattal egyidejűleg, a reflektorok helyének méretarányos grafikus megjelenítése mellett, a vizsgálati eredmény minősítését is – repedt vagy megfelelt – a vizsgálóegység szoftver útján elvégezzük.

A vizsgálóegység lehetőséget biztosít a vizsgált térfogatról érkező ultrahangos jelsorozat teljes körű rögzítésére, s ezen keresztül mind a repedésmentes, mind a hibajelet mutató állapot dokumentálására, s így a későbbi időpontokban végzett ismétlővizsgálatokkal történő összehasonlításra.

A vizsgálóegység a 3. ábrán látható. Ép és repedt lapát regisztrátumaira a 4–5. ábrákon mutatunk példát.



4. ábra. Ép fogárok regisztrátuma



5. ábra. Repedést tartalmazó fogárok regisztrátuma

Megállapítások

Egy bonyolult geometriájú alkatrész vizsgálatát sikerült megoldanunk a korszerű diagnosztika eszközrendszerének felsorakoztatásával:

- a hibamegjelenés statisztikai elemzésével,
- a hiba megjelenési helyének igazolása végelelemes szilárdsági számításokkal,
- a vizsgálati feladat modellezése és optimalizálása számítástechnikai eszközökkel,
- a vizsgálat végrehajtása, kiértékelése és dokumentálása digitalizált eljárással.

Az erőművek, illetve a Parsons TG Services megbízása alapján 1994-ben elvégzett sorozatvizsgálatok igazolták az adott vizsgálati probléma megoldására választott út, módszerek, eszközök, s a vizsgálati eljárás alkalmazhatóságát.

952 065 162–164