

1.06  
3.09

## Túlterhelésből származó meghibásodások elkerülése az előretekintő gépdiagnózis alkalmazásával

*Tárgyszavak: műszaki diagnosztika; hibaelemzés; előretekintő karbantartás.*

### A gyártóberendezések kihasználtságának javítása

A fémiparban a gyártóberendezések igen nagy mértékben összefonódnak a feldolgozó és továbbfeldolgozó berendezésekkel (pl. az acéliparban a kokszolótól egészen a durvahengerlésig), ezért a gépek, berendezések közös munkáját gondosan meg kell szervezni. A termelést egyre szigorúbb környezetvédelmi körülmények között és élesebb verseny mellett kell végezni. Ez ellen többféle módszerrel lehet védekezni: korszerűsítéssel, automatizálással, informatikai eszközök alkalmazásával, de az adott esetben több évtizede működő gépsorok karbantartásának és kihasználtságának javításával is.

A berendezések rendelkezésre állását és biztonságos működését a folytonosan változó terhelési szinttől függő állapotromlás határozza meg. Ha az anyagjellemzők összefüggésbe hozhatók a meghibásodási valószínűségekkel és az adott terheléssel, akkor lehetővé válik a biztonsági szint, ill. a rendelkezésre állás előzetes becslése. Az ilyen jellegű anyagvizsgálatot azonban gazdaságossági és műszaki szempontból csak a legigényesebb teherhordó elemek esetében lehet alkalmazni, ezért számos olyan alkatrész létezik pl. a mechanikai vagy villamos alkalmazásokban, amelyek várható hasznos élettartama a karbantartók számára ismeretlen. Ezt súlyosbítja, ha a korábbi események története sem áll rendelkezésre. Az ilyen ismerethiány ellen, ill. a belőle következő, túlerőltetésből származó meghibásodás ellen az üzemeltetőnek megfelelő diagnosztikai módszerekkel kell védekeznie.

Számtalan cég van a diagnosztikai piacon, tömérdek módszerrel és eljárással. Ezek közül sokat a felhasználó különösebb nehézség és előfeltétel nélkül alkalmazhat egyszerűbb rendszerek (pl. kompresszorok, szivattyúk) esetében, ahol nem nagyon komplex a gépi környezet, és

nincs szükség különleges eljárástechnikai ismeretekre. Ezek a feltételek azonban nem érvényesek egy fémfeldolgozó üzemre, ahol diagnosztikai eljárások sorát alkalmazzák a különböző gépek és alkatrészek állapotának vizsgálatára a tervezett leállások közötti időtartamban, hogy felbecsüljék a kockázatokat. Az alábbiak két konkrét példát közölnek egy fémfeldolgozó üzemből.

## **Példa egy acélüzemből**

Az első példa egy keverődobotot vizsgál, amely 4 m átmérőjű és 20 m hosszú, tömege normál üzem esetén mintegy 140 t. A berendezés feladata az, hogy a vasércet, a kokszt és az adalékokat a szinterezési folyamathoz előkészítse. A dobot a motor egy előtétajtáson keresztül mozgatja, amely fogaskereket és egy fogaskoszorút foglal magába. A dob két futógyűrűn forog, amelyek két futó-, ill. támasztóhengeren mozognak. Először 2000-ben végeztek vizsgálatokat annak megállapítására, hogy miért nőtt meg a rezgés a keverődob közelében. Az alkalmazott módszer az ún. testhangelemzés volt. A mérést minden alkatrésze (motor, előtétajtás, hajtás, alap, támasztóhengerek) kiterjesztették. Mivel az indító kis fogaskerék fordulatszáma kicsi (5,6/min), a méréseket a kis frekvenciatartományban (0–60 Hz) végezték. Ez legalább 5 perces méréseket igényelt. A frekvenciaspektrumon az egyik legintenzívebb csúcs (7,5 Hz-nél) a henger sajátfrekvenciája, ennél jóval gyengébb rezgés jelentkezik a fogak bekapcsolódási frekvenciájánál, ahol még melléksávok is megjelennek. Mindkettő meghibásodást jelez. A fogak egymásba kapcsolódásakor ún. ütés jelentkezik, ami mindig jelen van, és amelynek frekvenciája a forgás sebességétől és a fogak számától függ. Mi lehetett az oka a rezgéseknek? A fogak kopása miatt az ún. evolvens (a fogak pontos alakja) megváltozott és a fogak nem gördültek le egymáson, hanem ütköztek – ez vezetett a keverődob sajátfrekvenciájának gerjesztéséhez.

A több ponton végzett testhangmérések további meghibásodásokat is kimutattak. Ha a gépalapban nem lettek volna repedések, nem lett volna lehetséges frekvenciaeltérés a bemenő és kimenő oldal frekvenciája között. Mivel a keverődobotot nem lehetett más eszközzel helyettesíteni, és a szinterezés 60%-át ez az eszköz adta, a leállítás és az általános javítás nem volt egyszerűen megoldható. A fogaskoszorú és az alap javítását előre be kellett tervezni, és gondoskodni kellett a cserealkatrészről. A közbenső időben más, ideiglenes intézkedéseket kellett hozni a további károsodás mértékének csökkentésére. A keverődob sajátfrekvenciáját megváltoztatták úgy, hogy további 15 tonna terhelést ad-

tak a dobhoz. A kis fogaskereket felújították, polírozták és egy speciális pasztával javították a fogak egymáson történő siklását. A futógyűrűket leköszörülték, hogy eltávolítsák a felületi egyenetlenségeket. Ezeket a módosításokat a tervszerű leállási idők alatt, két hónapon belül hajtották végre úgy, hogy mérésekkel folyamatosan követték a változásokat. Ezekkel az intézkedésekkel a rezgéssebesség mintegy 80%-kal csökkenthető volt, így a működést fenn tudták tartani az alap helyreállításának időpontjáig. Az alap megjavítása után azonban mintegy 20%-kal ismét romlott a helyzet, mert a visszacsatolás megerősödött a rendszerben, és a fogaskerékkopás, valamint az egyenetlen görgőfelület miatti rezgések jobban érvényesültek. Jelentős javulás következett viszont be a fogaskoszorú és a kis fogaskerék cseréje után, a dob sajátfrekvenciáján jelentkező rezgés amplitudója jelentősen csökkent.

A következő 18 hónapban a berendezés ismét a kívánt paraméterértékekkel működött. Újabb 9 hónap után azonban anyaghiba lépett fel. Az egyik görgő meghibásodása miatt a dob ferden forgott tovább és ez annyira felhevítette a görgőt, hogy az megolvadt. Az új fogaskoszorú fogai is megsérültek, és a másik oldali görgő is súlyosan károsodott. Mivel komplett cserére nem volt lehetőség, és a cserealkatrészek nem álltak rendelkezésre, annyit tettek, hogy a megolvadt görgőt kicserélték, a futógyűrű felületét pedig leköszörülték. Ezt követően a keverődobot ismét testhangelemzésnek vetették alá, majd kb. 80 órás állásidő után ismét használatba vették. A mérés mindössze a fogaskoszorú két fogának károsodását állapította meg. A törés helyén nem lehetett anyagvizsgálatot végezni (hiszen az eredeti állapot nem volt rekonstruálható), és az üzembe helyezés óta eltelt 25 év során nem született erre vonatkozó adat vagy megfigyelés.

A görgők testhangelemzése a javítás után is további problémát jelezett, ami nem volt azonosítható egyik korábbi meghibásodással sem. A görgő eltávolítása után kiderült, hogy a hét küllőből három repedések alakultak ki, vagyis cserére szorult. A testhangelemzés ebben az esetben is hasznosnak bizonyult egy nagyobb meghibásodás megelőzésében.

## **Példa a villamosiparból**

A második példa a villamosiparból származik. A kábelek javítása vagy meghosszabbítása során ún. kábelcsatlakozókat használnak, amelyek lehetnek öntőgyanta-alapúak, de léteznek más, ún. „száraz” kábelhosszabbítások is. A kábelcsatlakozások tervezett élettartama több évtized. A kábelcsatlakozások ciklikus igénybevételnek vannak kitéve a vál-

tozó áramerősség miatt, és ezen felül vegyi (és diffúziós) környezeti hatások is érik. A normál terhelés mellett ideiglenesen az ún. rövidzárási áram rendkívüli hőhatását is el kell viselniük. Itt is előfordulnak azonban anyagtúlterhelésből eredő meghibásodások. Az előbb említett kohászati üzemben pl. a 400 V-os vezetékek kábelcsatlakozásainál robbanás, majd tűz következett be, ami számos egyéb kábelt is károsított, nem is beszélve az oltás során fellépő további károkról. Ez 140 órás kiesést okozott a termelésben. Lehetséges lenne pl. az összes kábelcsatlakozó rendszeres cseréje vagy felújítása, ez azonban műszakilag és gazdaságilag is kedvezőtlen megoldás lenne. A vizuálisan hozzáférhető kábelcsatlakozások esetében az állapotfelmérés jó módja a termográfia (hőfényképek készítése és kiértékelése). Ez kábelcsatornák esetében viszonylag egyszerűen elvégezhető. Ha a szigetelés valamilyen okból nem tökéletes (pl. részleges kisülések, vízbehatolás, oxidáció stb. miatt), a helyi melegedés jól kimutatható a hőfényképeken. A hőfényképen hibának mutató kábelcsatlakozás cseréje után a hiba vizsgálata abban is segíthet, hogy a későbbiekben jobban be tudják azonosítani a meghibásodás okát. A meghibásodás oka lehet nemcsak az anyag öregedése, hanem pl. a hibás szerelés is. Egy öntőgyantás kábelcsatlakozás esetében pl. a meghibásodást az okozta, hogy a fémcsatlakozást nem megfelelően szorították rá a kábelésre. A vezetők közti résben rész-kisülések keletkeztek, ami fokozatos melegedéshez, anyagerózióhoz, majd végül a kábelösszekötő felrobbanásához vezetett.

Ez a két példa természetesen csak igen felületes képet adhat egy fémmegmunkáló üzem karbantartóinak munkájáról, de érzékelteti, hogy a megfelelően választott diagnosztikai eszközök használatával jelentősen csökkenteni lehet a tervezett leállások közötti meghibásodások veszélyét, ill. lehetővé teszik, hogy az általános javítások között rövidebb leállások alkalmazásával valamilyen ideiglenes megoldást találjanak a problémákra.

**Összeállította: Bánhegyiné Dr. Tóth Ágnes**

### **Irodalom**

Luxanburger, B.; Schäfer, H. J.: Vermeidung von Gewaltschäden durch zukunftsorientierte Maschinendiagnose. = Stahl und Eisen, 124. k. 6. sz. 2004. p. 31–37.

Anderson, M. T.; Cumblidge, S. E.; Doctor, S. R.: An assessment of remote visual testing system capabilities for the detection of service induced cracking. = Materials Evaluation, 63. k. 9. sz. 2005. p. 883–891.

Inspektion und Wartung „unter Kontrolle“. = VDI-Z. Integrierte-Produktion, 147. k. 11/12. sz. 2005. p. 56.

## **A KARBANTARTÁS TÉMAKÖRÉVEL KAPCSOLATOS KÖZLEMÉNYEK EGYÉB KIADVÁNYAINKBAN**

Innovatív üzleti modellek a gépiparban – a szolgáltatási és szerviztevékenység bővítése. = BME OMIKK ♦ Vállalatirányítás, 2005. 9. sz. p. 5–14.

Pulzáló örvényáramos és elektromágneses akusztikai átalakítókat együtt alkalmazó kétszondás roncsolásmentes vizsgálat. = BME OMIKK♦ Minőségirányítás–műszaki ellenőrzés, 2005. 10. sz. p. 27–36.

Fémmegmunkáló folyadékok munkabiztonsági kérdései. = BME OMIKK ♦ Munkavédelem–ergonómia, 2005. 10. sz. p. 28–36.

Új eljárás a gyártási folyamatok minőségének javítására – a hibák okainak meghatározása többváltozós elemzéssel. = BME OMIKK ♦ Minőségirányítás–műszaki ellenőrzés, 2005. 11. sz. p. 24–32.

Üzemanyagok oktánszámnövelő adalékának környezeti hatásai – szabályozás és viták Európában és az USA-ban. = BME OMIKK ♦ Környezetvédelem, 2005. 21–22. sz. p. 28–37.