

Egytengelyűség-hiba lézeres és rezgéstani vizsgálatainak összehasonlítása

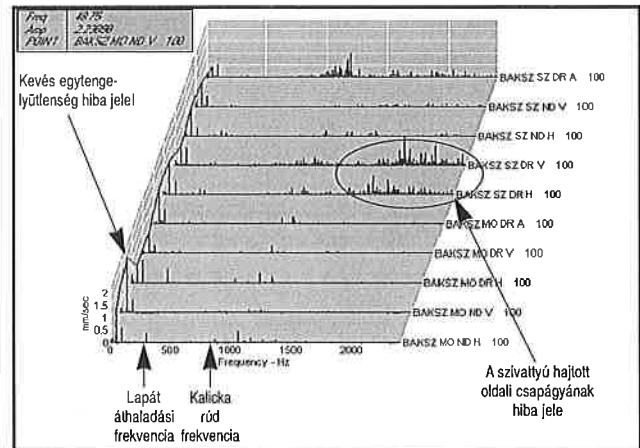
Forgács Endre² – Terpó György¹ – Bene László² – Tóth Gyula²

Az üzemek, vállalatok és vállalkozások gazdaságosságát, az ott alkalmazott és használt különböző gépek rendelkezésre állásának, üzembiztonságának foka nagy mértékben befolyásolja. Ezek minél magasabb szintű és minőségű biztosítása, a géptervezők-fejlesztők, az üzemeltetők és karbantartók legfontosabb feladata. Ez irányú tevékenységük hathatós segédeszközei az egyenesség, egytengelyűség lézeres vizsgáló-, mérő-, beállító- és a rezgésmérő, adatgyűjtő műszerek, a hozzájuk tartozó számítógépes programokkal együtt. Ennek fontosságát belátva a Szegedi Élelmiszeripari Főiskola, a FEFA és az SKF támogatásával egy diagnosztikai laboratóriumot alakított ki 1996 őszén. A laboratórium kettős, oktatási és kutatási céllal készült el. Ennek érdekében az SKF által forgalmazott CMVA 10-K Microlog típusú rezgésmérőt és analizátort, a hozzá tartozó CMS100 Prism4 for Windows és CMS200-5 Prism4 Network (5 munkahelyes) szoftverekkel, TMDT2 típusú digitális hőmérőt, TMST2 típusú digitális sztetoszkópot, TMOT6 típusú optikai tachométert, CMBP30 típusú csapágyvizsgáló ceruzát és CMVP50 típusú rezgésmérő-elemző műszert állítottunk üzembe. Továbbá különböző rezgésdiagnosztikai demonstrációs és kísérleti gépeket készítettünk illetve alakítottunk át. Ezek: egy különböző fordulatszámokon járatható radiál ventilátor a kiegyensúlyozatlanság és a szíjfrequencia, a lapátfrequencia demonstrálására, egy tejipari csúszólapátos savószivattyú a mechanikai dörzsölődések rezgésfrequenciájának demonstrálására és egy bakcsapágyas örvényszivattyú az egytengelyűség-hiba és a kavitáció demonstrálására. Első kísérleteinket ez utóbbi berendezésen végeztük, így ebben a cikkben az 1997/98-as kutatási eredményeinket tesszük közzé.

Az említett berendezésen, bakcsapágyon fixen álló örvényszivattyúhoz képest az azt hajtó villanymotor fokozatmentesen elmozdítható tengelyirányra merőlegesen. Az így mesterségesen létrehozott egytengelyűtlenség szög- és párhuzamossági hiba lézeres műszerrel pontosan mérhető és egyidejűleg rezgésméréssel üzemtani következménye kimutatható. Ennek a kísérletsorozatnak a létjogosultságát az üzemi tapasztalatok adják. A különböző rezgésdiagnosztikával foglalkozó szakemberek egyöntetű véleménye, hogy a különféle gépmeghibásodások okozója igen nagy százalékban az egymáshoz kapcsolódó gépi berendezések egytengelyűtlensége. Egy ilyen kísérletsorozat, amely az egytengelyűtlenség mértéke, a rezgés spektruma és a rezgéssebesség összegzett értéke közötti összefüggéseket kutatja, kiegészítve egyéb tényezőkkel, mint például a tengelykapcsolók típusa és a különböző beállításokhoz tartozó hőmérséklete, vagy a gép terheltsége, olyan új információkat szolgáltatna, amelyeket az ipari üzemeltető szakemberek, a gépeket vizsgáló diagnosztikák és a gépkonstruktorok is egyaránt használni forgathatnak. Ugyanakkor, tudomásunk szerint, ilyen vagy ehhez hasonló kutatásokat illetve méréseket mindeközéig hazánkban még nem végeztek.

Az adott feladathoz a már említett bakcsapágyas szivattyút a mérés követelményeinek és kívánalmainak megfelelően át kellett alakítanunk. A fixen álló szivattyúhoz képest a villanymotort kell úgy elmozdítani, hogy függőleges irányban az egytengelyűség-hiba kiküszöbölhető legyen és az ilyen módon létrehozott alapsíkban most már ismert és mérhető nagyságú egytengelyűtlenség párhuzamossági és szöghiba beállítható legyen. Ennek érdekében kettős alapot készítettünk, amelyek egymáshoz képest külön-külön állíthatók. A méréshez az SKF által forgalmazott Fixtur-Laser típusú, digitális, lézeres egyenesség-vizsgáló

műszert használtuk, amely 20 m-es távolságban 0,01 mm-es pontossággal képes mérni. Első lépésben igyekeztünk tisztán párhuzamossági hibákat beállítani és az ezekhez tartozó rezgésspektrumokat fölvenni. A beállított értékek rendre a következők voltak: 0,05 mm (azaz hibátlan beállítás), 0,15 mm, 0,3 mm és 0,7 mm.

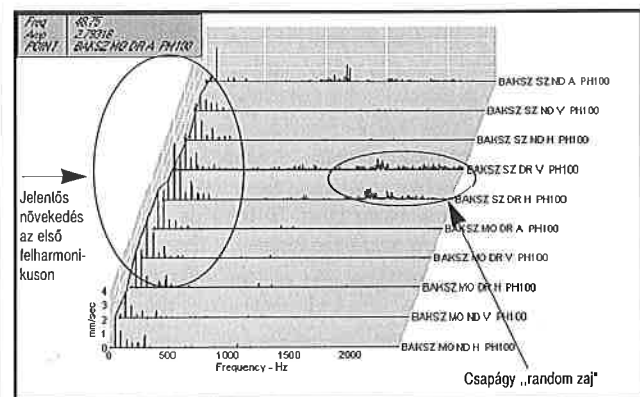


1. ábra

Az 1. ábrán a 0,05 mm-es, gyakorlatilag hibátlan beállításához tartozó frekvenciaspektrumok láthatók, különböző helyekről fölveve és egy találó elnevezéssel, ún. vízses diagramba összefoglalva. A képfeliratok értelmezése: BAKSZ – bakcsapágyas szivattyú, MO – motor oldal, SZ – szivattyú oldal, ND – nem hajtott oldal (Non Drive [a szokásos szakirodalmi jelöléshez igazodva]), DR – hajtott oldal (DRive), H – vízszintes irányú mérés (Horizontal), V – függőleges irányú mérés (Vertical), A – tengely irányú mérés (Axial) (üres hely), PH – párhuzamossági hiba (most nincs!), (üres hely) 1 – párhuzamossági hiba mértéke 0,1 mm-ben (most nincs!), 100 – 100%-os terhelés.

Ez az ábrázolási mód rendkívüli módon átláthatóvá teszi és leegyszerűsíti a különböző helyekről fölvevett spektrumok értelmezését és vizsgálatát. Az ábrán fölűntettük hogy hol mutatkozik meg az egytengelyűtlenség jele, a lapát áthaladás jele, a kalickarúd jele és a csapágyhi- ba jele.

A 2. ábrán ugyanazokról a helyekről fölvevett spektrumok láthatók csak most már 0,15 mm-es párhuzamossági hiba beállítása esetén. Az ábra arányai nem változnak, így a megnövekedett jelszint a nagyobb léptékből érzékelhető. Jól kivehető: a csapágyon nagyobb a terhelés a párhu-

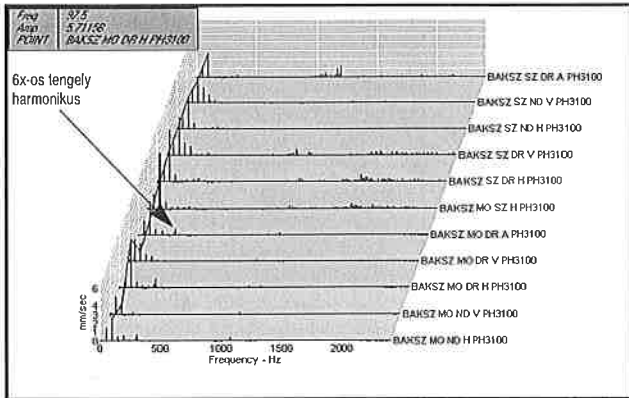


2. ábra

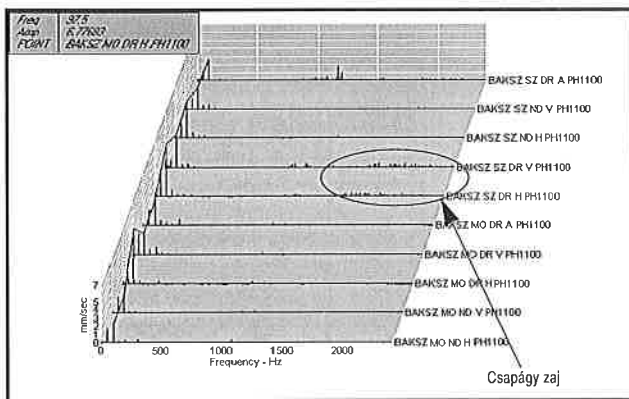
1 SKF Svéd Golyóscsapágy Rt.,

2 JATE-SZÉF Élelmiszeripari Műveletek és Környezettechnika Tanszék

zamossági hiba hatására és ún. random zaj keletkezik a jellegzetes csapágyfrekvenciák helyett. Ugyanakkor a viszonylag kis elállítás, a megengedett kétszerese alatti értéknél, nagy csúcs keletkezik a kétszeres tengelyharmonikusnál. A 3. ábrán a 0,3 mm-re növelt párhuzamossági hiba következménye látható, de a kép nem mutat durva változást a 0,15 mm-es beállításhoz képest.



3. ábra



4. ábra

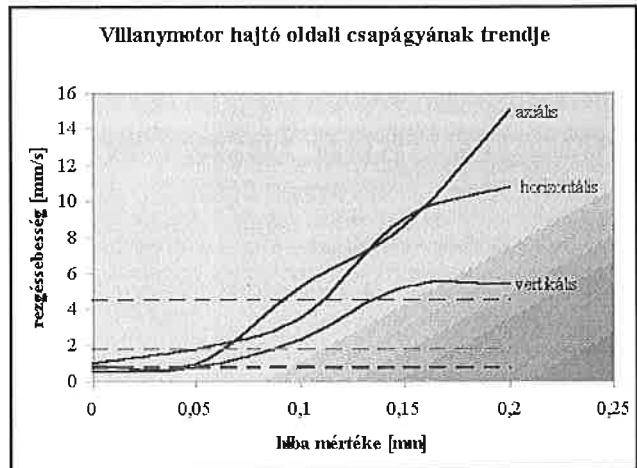
Tovább növelve a párhuzamossági hibát 0,7 mm-re, 4. ábra, a csúcsok az 1 és 2x-es frekvenciákon csökkennek, de a 3, 4, 5 és 6x-os tengelyharmonikuson megnövekednek. Hasonlóképpen a csapágyzaj is megnövekszik.

Összességében megállapítható:

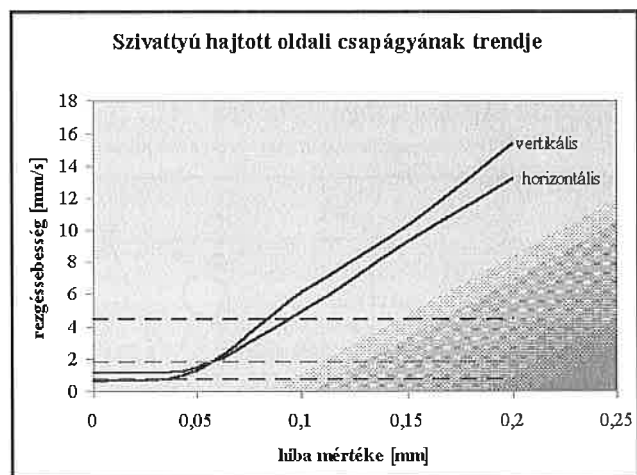
- kis beállítási hiba is jelentős változást hoz, ez kézzel nem érzékelhető és nem látható a tengelykapcsolón, de jól megjelenik a spektrumban és a hőmérsékletben 5 °C növekedést okoz;
- a csapágy közepes hibáját az egytengelyűség-hiba jelentősen nagytja.

Kísérleteinkből kitűnik, hogy a gondosan beállított és szakszerűen üzemeltetett gépeknél a lehetséges terhelések minimális szinten tarthatók, így a karbantartó javítások és szerelések helyett elegendő ellenőrző méréseket végezni, az alkatrészek élettartama – az üzembiztonság romlása nélkül – a többszörösére növelhető. Ez a tény a karbantartást a profithozó termelési tényezők közé sorolja.

A kísérletsorozat alapján látható, hogy egyrészt kismértékű hiba is már nagy rezgéseket produkál, másrészt a durva elállítás sem okoz nagy változást. Tehát a két jellemző összefüggésében „ugrás” van, en-



5. ábra



6. ábra

nek kimutatására 0,05 mm-es elállítási lépcsőkkel elvégzett kísérletsorozatra van szükség. Továbbá, keressük, hogy hasonló módon hogyan viselkedik a berendezés az egytengelyűtlenség szöghibánál, és a párhuzamossági és szöghiba egyidejű megjelenésénél, valamint mindezen lehetséges beállítások mellett a különböző terheléseknél.

Géptervezői szempontból figyelemre méltó eredmény az, hogy hogyan változik egy adott mérési helyen a rezgéssebesség nagysága a párhuzamossági hiba függvényében. Ilyet mutat az 5. és a 6. ábra.

Az ábrákon szaggatott vonalakkal bejelöltük a „jó”, „még megfelelő” és „leállítandó” szinteknek megfelelő értékeket. Jól látható hogy, az ezekhez tartozó párhuzamossági hibák nagyságrendje a gépészeti gyakorlatban általánosan használt tűrésértékek nagyságrendjébe esik, sőt annál szigorúbb értékek. Pl.: az ISO illesztési rendszerében a tűrés-alapsorozatok (minőségek) 250-315 mm jellemző méret esetén IT6-nál 0.032 mm, IT7-nél 0.052 mm, IT8-nál 0.081 mm. Tehát, a tűrésfokozat megválasztásakor rezgéstani szempontokat is érdemes figyelembe venni. Ahhoz viszont, hogy ezt valóban meglehessen tenni, ezen vizsgálatokat tovább kell folytatni. Tudomásunk szerint ilyen típusú vizsgálatok még nem történtek, illetve ilyen ajánlások nincsenek. Reméljük, hogy sikerült a gépek vizsgálóinak, ballítóinak és konstruktöreinek figyelmét egy új és fontos szempontra fölhívni.