

Rezgésvizsgálati szakértői rendszerek alkalmazása bonyolult szerkezetek hibáinak észlelésére

Dr. Sólyomvári Károly, Főmérnök, solyom@delta3n.hu
Delta-3N Kft. 7030 Paks, Jedlik Á. u. 2., www.delta3n.hu

A gépek alkatrészeinek működésközben forgó és alternáló mozgása van. Az alkatrészek egymáshoz ütődése, a felületi és geometriai hibák, a forgó mozgású alkatrészek kiegyensúlyozatlansága a rendszer elemeiben rezgőmozgást okoz. Mivel a gépek nem merev testek, ezért alkatrészeik egymástól teljesen eltérő módon is rezeghetnek. A rezgéseknek egyidejűleg több oka lehet, ezért a gépek rezgése mindig összetett.

Fourier-tétele szerint a tetszőleges periodikus rezgés harmonikus összetevőkre bontható. Az összetevő frekvenciák az alapharmonikus frekvenciának egészszámú többszörösei. A gépek mért rezgése az egyes helyekről, a különféle meghibásodási okokból származó eltérő erősségű, frekvenciájú és fázisszögű rezgések eredője.

Az egyes rezgésösszetevők frekvenciája rámutat egy-egy gépelemre vagy hibára. Az egyes rezgésösszetevők amplitúdója pedig a hiba súlyosságára utal. Az üzemelés során az elhasználódás miatt a rezgések erőssége, a rezgésszint változik. Az emelkedő rezgésszint romló gépállapotra utal. Az a frekvencia, amelyen a rezgésszint emelkedik megmutatja a romló állapotú gépelemet.

Szerszámgép hajtómű diagnosztikája

Egy szerszámgép hajtásrendszerében fellelhető számos fogaskerék kapcsolat, a gépen belül különböző sebességgel forgó csapágyak és tengelyek rendkívül komoly kihívást jelentenek a rezgéselemzés számára. A fogaskerék kapcsolódási frekvenciák, tengely forgási frekvenciák, oldal-sáv frekvenciák és harmonikusok egy komplex (összetett) jelet eredményeznek, amelyek könnyen egybeeshetnek más hibafrekvenciákkal, például a csapágy frekvenciákkal. Azonban az ExpertALERT automatikus szakértői rendszer teljes mértékben alkalmasnak bizonyult ilyen összetett rendszerekben is a hibák észlelésére.

A szakértői rendszer felépítése

A megfelelő rezgésmonitoring létesítésében a legelső lépés a gép tudásbázisának meghatározása és dokumentálása. A szakértői adatbázis tartalmazza a következőket:

- ◇ Névleges üzemi fordulatszámok és névleges vizsgálati fordulatszámok (RPM = Ford/perc)
- ◇ Referencia fordulatszám a felharmonikus normalizáláshoz, amelyre a többtengelyű gépeknél van szükség.
- ◇ Két spektrális frekvenciatartomány amelyek a referencia tengelyfordulatszám többszöröseiként határozhatóak meg.
- ◇ Vázlatos körvonalrajz, amely a rezgési adatok vizsgálati pontjait szemlélteti.
- ◇ Belső kinematikai vázlat amely szemlélteti az egyes alkatrészeket és a jellemző frekvenciákat a referencia tengely fordulatszámához viszonyítva.
- ◇ A csapágytípusokat és azok specifikációit. Megjegyezzük, hogy a golyóscsapágyak kopásának elemzése ebben a rendszerben nem függ a publikált vagy a becsült frekvenciáktól

Az **1. ábra** egy marógép kinematikai vázlatát mutatja, ami az adatbázisban a gép pontos hibadiagnosztizálásához szükséges.

A szakértői rendszernek nincs szüksége az elemzés végrehajtásához az összes alkatrész gerjesztő frekvenciáinak a maradéktalan ismeretére, azonban az ExpertALERT pontossága és a jelentések részletessége javul, ha a mechanizmusról többet tud a rendszer.

A következő lépés a rezgésérzékelők elhelyezésének kijelölése. A gyakorlatban minden egyes vizsgálati ponton mindhárom irányban kell rezgési adatokat gyűjteni. A kijelölt irányok az Axiális, Radiális és a Tangenciális (A,R,T). Általában egy, olykor két vizsgálati pont van kijelölve a rugalmas tengelykapcsolóval elválasztott fő részegységenként. A gépek rezgéselemzésével eltöltött sokéves tapasztalatok alapján mondhatjuk, hogy triaxiális adatok nélkül a mechanikai hibák jelentős része észlelhetetlen, félrediagnosticszálható vagy a súlyosság foka nem állapítható meg helyesen.

Az adatfelvétel (mérés) során minden egyes gépvizsgálati hely tengelyenkénti adatai két spektrumban jelennek meg: az alsó felharmonikus tartomány az alap fordulatszám 0 - 10-szeres, a felső felharmonikus tartomány az alap fordulatszám 0 - 100-szoros többszörösét tartalmazza. Ily módon a gép által keltett rezgési csúcsok mindig (minden egyes mérésnél) ugyanoda esnek a frekvencia skálán, függetlenül az üzemi fordulatszám kisebb változásaitól. Többtengelyű gépek esetén egy tengelyt ki kell jelölni az alapharmonikus referencia fordulatszámának és a másik ill. a többi tengely fordulatszámát az ismert összefüggések (áttételek) segítségével kell meghatározni.

Az ExpertALERT összegzett átlagadatokat használ az automatikus elemzés során. Az átlagspektrumokat viszonylag jó állapotú és fizikailag megegyező gépek normalizált rezgési jeleiből származtatják. Egy 24 átlagolandó jelből álló készlet esetén például kiszámítják az átlagos és +1 szigma értékeket a 24 rezgési amplitúdóra mind az 500 adat frekvenciacsoportban. A spektrumcsúcsok amplitúdóinak az átlagolt spektrum megfelelő csúcsaival való összevetésével meghatározható, hogy van-e, illetve milyen az amplitúdó eltérése. A **2. ábrán** egy marógép orsócsapágyának a spektruma látható. A kék görbe a pillanatnyi mérési értéket, a piros az átlag plusz szigma számított értéket mutatja.

Ha elkészül a hibadiagnózis, a relatív súlyosságot kell meghatározni. Az a törekvésünk, hogy a hibát még abban az enyhe fázisban tudjuk kimutatni, mielőtt bármilyen javítási ajánlás kiadható lenne. A javítási döntések meghozhatók részben az abszolút hibasúlyossági fok és annak növekedési sebessége alapján és részben a kijelzett hibák típusa és száma alapján is.

A hibasúlyosság fokozatai: enyhe, mérsékelt, súlyos és kritikus;

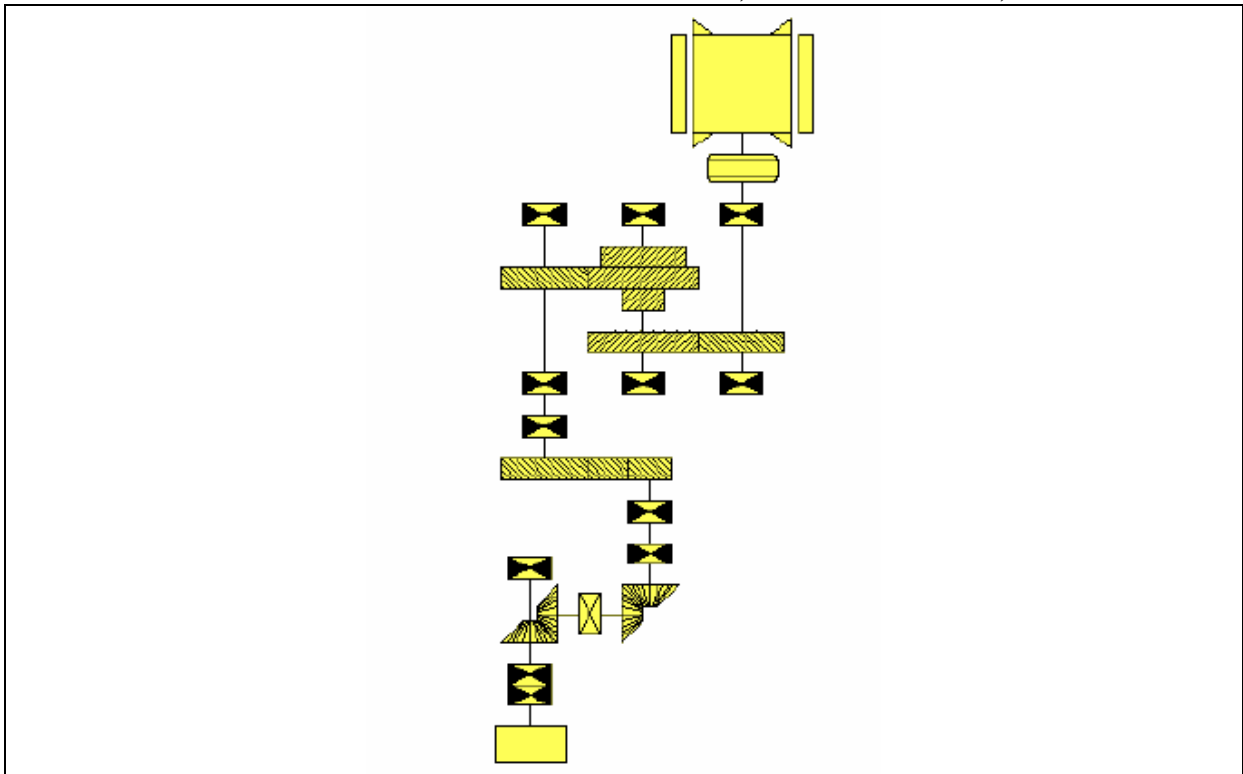
az ezekhez tartozó javítási prioritás: nincs szükség a beavatkozásra, felülvizsgálat javasolt, a javítás fontos, és végül kötelező.

Az értékelés eredményéről az ExpertALERT jelentést készít, amit a megfelelő döntési szintekre automatikusan elküldhet.

Irodalom:

1. Using an Expert System for Precision Machine Tool Diagnostics: A Case Study
2. by Joe Van Dyke, P.E. © 1998 by DLI Engineering
3. Bill Wats, Joe Van Dyke: Egy automatikus rezgésvizsgálaton alapuló diagnosztikai szakértői rendszer. Sound & Vibration, 1993 szept.
4. Istvan Nagy, Jenő Szanto, Karoly Solyomvari: How Does the Vibration Diagnostic System Work CENTRAL EUROPEAN FORUM ON MAINTENANCE. VYSOKÉ TATRY, 9. – 10. 5. 2005. .P.: 262-271.

5. Istvan Nagy CSc, Delta-3N Ltd.: Knowledge Based Maintenance – Knowledge Based Diagnostics. CENTRAL EUROPEAN FORUM ON MAINTENANCE – STREDOEURÓPSKE FÓRUM ÚDRŽBY 2005, VYSOKÉ TATRY, 9-10. 5. 2005.



1. ábra. Egy marógép kinematikai vázlat



2. ábra. Egy marógép fősorcsapágy rezgésspektruma