

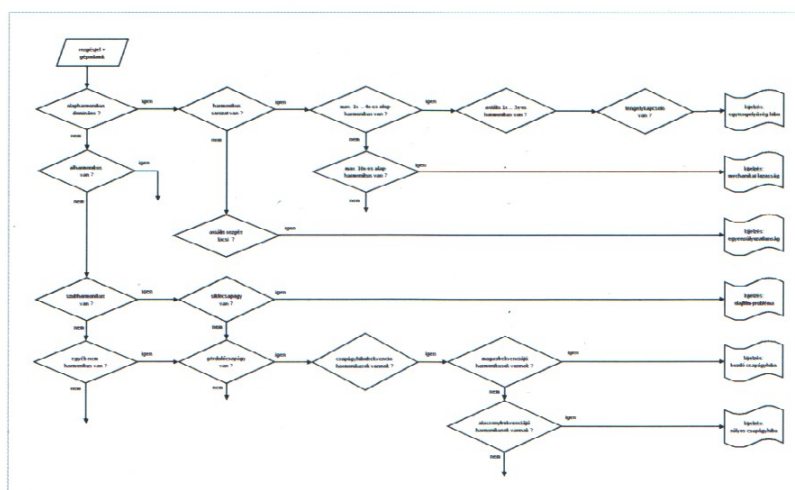
Tűzoltás és nagyjavítás helyett

Állapotfüggő karbantartás rezgésdiagnosztikával (XVI.)

A következtetést levonó, úgynevezett visszavezető rendszerű gépszakértői PC-s szoftverek előnye, hogy a kiértékelés (szakértés) egy jó adatbázisra alapozva teljesen automatizálható. Nyilvánvaló, hogy korunk elvárásainak ezek a rendszerek felelnek meg.

➤ **INTERAKTÍV MŰKÖDÉSÜK** alapján alapvetően kétféle szakértői rendszert különböztetünk meg: párbeszédalapú és visszavezető kiértékelést megvalósító rendszert. A párbeszédalapú szakértői rendszer esetén a mérési adatok analízise során a rendszer kezelőjének (diagnosztikai szakember, gépészmérnök, karbantartó, gépüzemeltető) meg kell válaszolnia a felfedezett hibajelenségek gépelemekhez és géphibákhoz való hozzárendelése céljából, hogy milyen részegységekkel és tulajdonságokkal bír a vizsgált gép. Ezzel szemben a visszavezető rendszereknél a kiértékelés automatikusan működik a szakértővel való interaktív párbeszéd nélkül, mivel ilyenkor a rendszer felhasználja mindazokat az információkat, amelyek az adatbázis létrehozása során már megadásra kerültek. A visszavezető kiértékelést alkalmazó rendszer adatbázisának felépítése azonban igen igényes feladat: csak a megadott információk alapján hozhatja meg a döntéseit, rossz vagy hiányzó adatok esetén téves kiértékelések születnek. Ugyanakkor a következtetést levonó rendszerek előnye, hogy a kiértékelés (szakértés) jó adatbázisra alapozva teljesen automatizálható.

szakértését elvégezni. Minden egyes gép specifikus tulajdonságokkal bír, de a gépek között is van kereszthatás, rezgésátadás, kölcsönös gerjesztés. E feladat megoldására a legtöbb szakértői rendszer először gépenként (az adatbázis sablonjai alapján megadott információkra alapozva) végzi el a kiértékelést, utána megvizsgálja a gépek közötti kapcsolatot (például tengelykapcsolatot), és legvégül az egymásra gyakorolt hatásokat.



Szakértői rendszer döntéshozatali logikája egy-egy gépre vonatkozóan, a teljesség igénye nélkül

PC-s gépszakértői rendszerek működése

A mérési adatok kiértékelése (szakértése) többféle módszerrel, illetve azok kombinációjával végezhető el, ennek részleteit viszont – érthető módon – egyetlen fejlesztő cég sem árulja el. Valamennyi szakértői rendszerben megtalálható azonban a jellemző rezgésfrekvenciák, illetve azok harmonikusai és oldalsávjai dominanciájának figyelése. Az adatbázisban elhelyezett gépinformációk alapján máris hozzárendelhetők bizonyos géphibák a felfedezett jelenségekhez. Ennek döntési sémáját (csak elméleti részletként, nem egy valódi rendszer kapcsán) az 1. ábrán látható folyamatábrával szemléltetjük.

A döntési mechanizmus logikája nagyjából megegyezik azokkal az elvekkel, amelyek alapján a rezgésdiagnosztika is végzi kiértékelési munkáját. Az igazi nehézség az előforduló hibakombinációk sokaságából adódik (egy hibajelenség csak ritkán fordul elő egyedül), sőt még inkább abból, hogy nem egy-egy külön gépről, hanem gépcsoportokról (például villa nymotor+fogaskerékajtás+szivattyú), vagy akár gépláncokról (például kétházás turbína+generátor+gerjesztő) kell az adatok

A szakértői rendszerek tehát nemcsak a gépenként értelmezhető géphiba-rezgésfrekvencia összefüggéseket, hanem számos logikai szabályon és tapasztalaton alapuló döntéshozatali mechanizmust is alkalmaznak a gépcsoportok diagnosztikája során. A több mérőponton és általában mindhárom térbeli irányban rögzített spektrumokban rejlő információkon túl – a szakértői rendszer képességeitől és kiépítettségétől függően – a gép-rezgések fázisszögei, burkológörbéi, időjelei, speciális analízisei (például PeakVue), de akár hőmérsékletadatok, feszültség- és áramspektrumok, térerőspektrumok, olajanalízis-adatok és ultrahangmérések is felhasználásra kerülhetnek a pontos diagnózis felállításakor. Egyes szakértői rendszerek a gépen egyszer már megfigyelt, azonosított és kijavított hibákat, esetlegesen korábban elvégzett karbantartási tevékenységek eredményességét is képesek a kiértékelésnél figyelembe venni.

Rendszerek alkalmazási feltételei

Bármilyen jól is hangzanak a szakértői rendszerek elméleti képességei, soha nem szabad azonban szem elől téveszteniük azt

a tényt, hogy rendszercink nem „ismerik” és nem „látják” a vizsgált berendezéseket. A pontos szerkezeti felépítés, az egyes gépelemek megadása a felhasználó feladata. A legtöbb programban megtalálhatók ugyan az általános gépelrendezésre, gépelemekre vonatkozó modulok, de e modulok megfelelő műszaki tartalommal való kitöltése még elvégzendő. Érthető tehát, hogy hiába van „szakértői” rendszerünk, annak betanítására, paraméterezésére és feltöltésére (főleg a következtetést levonó rendszerek esetén) mindenképpen szakember szükséges.

Minél mélyrehatóbb analízist várunk el az adott rendszertől, annál alaposabban kell a gépre vonatkozó adatbázist felépíteni. Ezen a munkán nem szabad sem az idő, sem a szakértelem tekintetében

takarékoskodni, mert adott esetben a méregdrága műszer- és szoftveregyüttes találati pontossága könnyedén alulmúlja még egy nagyon-nagyon kezdő diagnosztika eredményeit is. Az adatbázist létrehozó szakember(ek) felelőssége tehát óriási. Egy rosszul megalkotott, pontatlan, illetve hiányos adatbázisú szakértői rendszer akár teljesen téves eredményeket, illetve riasztásokat is adhat. De ami még ennél is rosszabb: adott esetben nem fog figyelembe venni a veszélyes géphibákra.

Fontos tehát, hogy a gépről, gépelemről, üzemeltetési körülményekről minél több információt tápláljunk be a szakértői rendszer adatbázisába. Ezen túlmenően előnyös még, ha – elsősorban különleges gépek esetén – gépgyártói határértékek, rezgésspektrumok vagy más referenciaadatok is integrálhatók az adatbázisba. A szakértői rendszerek hatékonyságát növelhetjük olyan spektrumok referenciakénti megadásával, amelyeket mi magunk, a gép jónak feltételezett állapotában rögzítettünk. Ilyenkor a szakértői rendszer a vizsgálata során hozott döntéseit arra is alapozza, hogy potenciális hibajelenségként értelmezhetők és értékelendők mindazok a rezgéskomponensek, amelyek a referenciaspektrumokban még nem szerepeltek.

**MINÉL MÉLYREHATÓBB
ANALÍZIST VÁRUNK EL
AZ ADOTT RENDSZERTŐL,
ANNÁL ALAPOSABBAN
KELL A GÉPRE VONATKOZÓ
ADATBÁZIST FELÉPÍTENI.**

Diagnosztikai összefoglaló

Adatbázis: C:\RBMsuite\CustData\Bács.rbm Nspectr Knowledge Base Version: V5.01.03

Terület: (VK) Üzem Severity Score Basis: External Envelope

Gép: (Dar) HD-75 Diagnostic Severity Score (SEV): 100

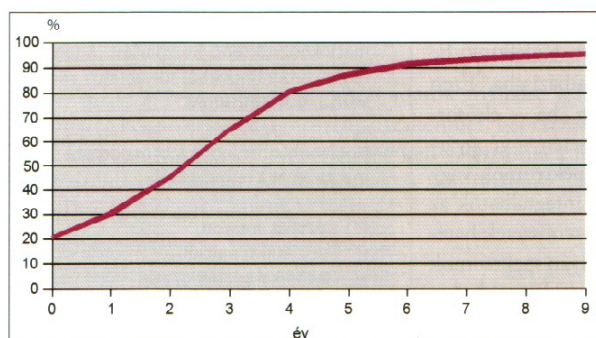
Mérés dátuma <21-Jun-04 09:54>-tól <21-Jun-04 09:57>-ig

Mérőpont(ok)	Probléma leírás	Súlyosság valószínűsége
C2H C1H C1V C2V	Kiegyensúlyozatlanság a forgórészben	70–83
C2H	Súlyos csapágyhiba	70–83
C2H C1H C1V C2V	Erősen görbe tengely	70–75
C2H C2V	Horizontális rezonancia, csapágyházlazulás	70–69
C1H	Súlyos csapágyhiba	67–83
C1H C1V	Horizontális rezonancia, csapágyházlazulás	64–69
M2H M1H M1A M2V C2A	Tengelyvonal egytengelyűségi hibája	63–88
M2A M2H M1H	Rendszerrezonancia	63–86
M2H M1H M2V	Kiegyensúlyozatlanság a forgórészben	63–80
M2H M2V M2A	Vertikális rezonancia, csapágyházlazulás	63–69
M2H M1H M2V	Erősen görbe tengely	63–67
C1A C2A C1V C1H C2H	Berágódott vagy kimerevedett tengelykapcsoló	59–80
M1H	Vertikális rezonancia, csapágyházlazulás	57–67
M2V	Súlyos csapágyhiba	40–83
C1H C1V	Forgórész-tartószerkezet lazasága	40–75
C2V C2H	Csapágyprobléma, felületi sérülések, kitörések	18–69

2

Szakértői beszámoló többszörös hibával terhelt daráló esetén – tipikus „állatorvosi ló”

Szinte alapvető követelmény valamennyi rezgésdiagnosztikai szoftverrel szemben, hogy magában foglalja a csapágyadatbázist, illetve a csapágyak hibafrekvenciáit tartalmazó adatbázist. A szakértői rendszerek – tudásszintjükből adódóan – eddig kevésbé voltak képesek a hasonló igények teljesítésére. De jó hír a felhasználóknak: egyes szakértői rendszereket (például CSI RBMware Nspectr2) úgynevezett adatbázis-varázslóval szerelték fel, amely nemcsak bizonyos géptípusok sablonjait, hanem több száz konkrét gépet (villanymotort, generátort, szivattyút stb.) kínál föl gyártó és típus szerint. És itt nemcsak a gépbe szerelt csapágyak adatairól, a fogaskerék fogszámáról beszélünk: ezek a villanymotor-, szivattyú- és egyéb adatbázisok akár száz



3 Szakértői rendszer eredményessége, hatékonysága

műszaki adatot, gépkonstrukciós paramétert és esetleg speciális diagnosztikai információkat tartalmaznak minden egyes géphez. Ennek eredményeként hihetetlenül gyorsan és szinte hibamentesen építhetjük föl az adatbázisunkat, valamint utolérhetetlenül hatékony és precíz lesz az automatikus gépszakértés.

Eredményességet befolyásoló tényezők

Eddig a már rendelkezésre álló adatok elemzéséről beszéltünk, de egyáltalán nem mindegy, hogyan történik a rezgésadatok gyűjtése. Ha a szakértői rendszerünk telepített (online) mérőrendszerre épül, bízhatunk a mérések helyességében és valódiságában, legfeljebb afelől lehetnek kétségeink, hogy diagnosztikai szempontból elegendő mérőpontról kapunk-e megfelelő felbontású és tartalmú információt. (Egy több csapágyas gépen egy teljes, diagnosztikai szempontból kielégítő tudású online rendszer már önmagában is meglehetősen költséges.) Kézi mérésadatgyűjtők alkalmazása esetén viszont már a mérést végző személyek hozzáértése is erősen befolyásolhatja az eredményességet. Ilyen esetben komolyabb – a mérés megszervezésében jártas, éppen ezért diagnosztikai ismeretekkel is bíró – szakember nélkül működtetni a szakértői rendszert teljesen fölösleges.

További szempont: ahhoz, hogy a hibafelismerésre alkalmas adatokon túl a velejáró gépállapotromlás sebességének becslésére is felhasználható adatokhoz jussunk, igen fontos, hogy ehhez csak azonos mérési körülmények kö-

zött rögzített adatokat használjunk fel. Mindig ugyanott és ugyanazzal a mérési eszközzel mérjük, a gépek fordulatszám és terhelése minden mérés alkalmával azonos legyen. Ahol ez utóbbi feltétel nem biztosítható, csak olyan szakértői rendszert szabad alkalmaznunk, amely képes elvégezni a mérési adatok normalizálását (egy bizonyos referenciaállapotra vonatkoztatott egységesítést).

A rendszertől elvárható szakértői beszámoló pontossága és találati aránya számos tényezőtől függ, így például a gép- és technológiatípustól a gép üzemidejétől (mennyi tapasztalat, statisztikai adat van már róla) az adatbázis felépítésének és feltöltésének minőségétől az adatgyűjtés típusától és minőségétől. A szakértői kiértékelés eredményességének növelésére szolgálhat többek között a hosszú ideig változatlan kiépítettségben üzemeltetett gépösszeállítás az átfogó referencia- és gépadatbázis létrehozása, folyamatos bővítése többféle kiegészítő állapotfelmérő technológia alkalmazása több egyforma felépítésű gép, illetve berendezés összehasonlítása a karbantartási események, a felfedezett és kijavított hibák visszacsatolása.

Az elmondottak alapján azonnal érthető, hogy teljesen téves az a vélemény, miszerint egy szakértői rendszerrel akármilyen gép hibái referencia- és műszaki adatok nélkül is, egyetlenegy mérés alapján diagnosztizálhatók lennének. A forgásfrekvenciájú és annak harmonikus rezgéskomponenseit adó géphibákon túl ilyenkor egyetlen egyéb géphiba sem

diagnosztizálható egyértelműen. Ezen túl a hibák súlyosságára sincs semmilyen megbízható határérték, tehát a rendszer sem a kijavítandó hibák jellegére, sem a javítás sürgősségére nem adhat egyértelmű információt. Az ilyen esetekben egyszerűen nem használjuk ki a szakértői rendszer képességeit.

Szakértői rendszerek gazdasági oldala

A gépszakértői rendszerek már önmagukban is lényegesen drágábbak a rezgés-spektrum-analízisen alapuló „hagyományos” gépdiaosztikai rendszereknél. De azzal is tisztában kell lennünk, hogy a beruházás nem ér véget az eszközrend-

szer megvételével. Csak akkor érhető el a megfelelő működés és hatékonyság, ha a rendszer üzembe helyezése és üzemeltetése is a megfelelő szakértelemmel és műszaki tartalommal történik. Ennek pedig természetesen költségvonzata is van.

Vitathatatlan, hogy sok gép hosszú idejű (lehetőleg folyamatos) üzemeltetése és nagy gyakoriságú mérések szükségessége mellett a szakértői offline rendszerek, még több gép esetén pedig a telepített online rendszerek megtérülnek a rendszerüzemeltetéshez szükséges mérnökidő-igényes mérési kiértékelés csökkentése révén. Ritkán, illetve időszakosan üzemelő, részletes géphiba-kiértékelést nem igénylő technológiák és gépek esetén a hagyományos rezgésdiagnosztika alkalmazása javasolt.

Rahne Eric,

pim@pim-kft.hu

www.pim-kft.hu, www.gepszakerto.hu

i