

3.09 | Távdiagnosztika internet segítségével

Tárgyszavak: távdiagnosztika; internetes távdiagnosztika; előrettekintő karbantartás.

A gyártóvállalatok termelőberendezéseiket a világ minden részében értékesítik. Ezzel együtt jár, hogy mindenütt biztosítaniuk kell a berendezések szervizellátását, karbantartását a növekvő minőségi követelményeknek és elvárásoknak megfelelően. Az egész világra kiterjedő értékesítési hálózat mellett hasonló szervizhálózat azonban nehezen volna megvalósítható. Ezért egyre több gépgyár használja ki a korszerű technika nyújtotta lehetőségeket és távdiagnosztikai rendszerrel törekszenek megoldani az általuk gyártott berendezések karbantartását.

A távdiagnosztika fogalma

A távdiagnosztika a hagyományos diagnosztikai eljárások telekommunikációs eszközökkel való támogatása. Ebbe a fogalomkörbe a hibakeresés és hibaelhárítás mellett beletartozik a gépek gondozására és javítására vonatkozó tanácsadás, valamint a gépek működését szabályozó szoftver korszerűsítése is.

Valamely berendezés állapotának meghatározására érzékelőket és jelzőrendszereket, valamint vezérlő paramétereket és numerikus programokat is felhasználnak. Ezeknek az információknak vizuális megjelenítésével a gyártóvállalat szervizközpontjában ülő szakember képet alkothat a felhasználás helyén levő berendezés állapotáról, a fellépett hibák okairól. Egyszerűbb esetekben a szakember utaztatása nélkül megoldhatók a problémák, kiküszöbölhetők a hibák. A gyors intézkedések jobbra teszik a gyártó és vevő kapcsolatát, javítják a vevők elégedettségét.

Kommunikációs eszközként jelenleg az analóg telefonhálózat és az ISDN telefonrendszer szolgál. A vevő folyamatirányító rendszeréhez modemet lehet illeszteni, amelyen keresztül a gyártóvállalat számítógépéhez közvetlenül lehet kapcsolódni. Ezen összeköttetés útján le lehet kérdezni a folyamatok paramétereit és át lehet adni új programokat.

Jelenlegi rendszerek

Jelenleg általában a gyártóvállalatok egyedi igényeire szabott, különböző teljesítményű és összetételű távdiagnosztikai rendszerek működnek. Standard rendszerek megvalósítása pedig sok gazdasági előnnyel járna és gyorsítaná ilyen rendszerek elterjedését.

Kétféle távdiagnosztikai rendszer terjedt el: adatátviteli rendszer és távvezérlés számítógépek összekapcsolásával.

Adatok átvitele egyszerű eszközökkel megvalósítható. Információknak (pl. szenzoradatoknak, állapotjellemzőknek stb.) egyirányú továbbításáról van szó, a felhasználó nem kap számítógép útján segítséget diagnózis felállításához. A távvezérléshez a gyártó és a felhasználó számítógépére egy speciális szoftvert kell installálni, amelynek révén a gyártó beavatkozhat a berendezésvezérlő programba. (Ennek természetesen előfeltétele, hogy a berendezésnek számítógépes vezérlése legyen.)

A gépkocsiiparban és a szerszámgépgyártásban különféle megoldásai vannak a távdiagnosztikai rendszernek. Az egyes rendszereknél a szakértő a központból belenyúlhat a vezérlő számítógép programjába, változtatásokat eszközölhet a programban. A diagnosztikai munkát digitális kamerák segítik, amelyek a berendezések kritikus helyeiről mozgóképeket továbbítanak.

Az internetes távdiagnosztikai rendszer struktúrája

A mai távdiagnosztikai rendszerek többsége nem felel meg a korszerű követelményeknek, mivel csupán egyszerű adatátviteli és párbeszéd-lehetőséget biztosítanak, és a berendezések speciális sajátosságainak megfelelően kialakítottak. Ezért olyan távdiagnosztikai rendszer kifejlesztését határozták el, amely internet segítségével standard szolgáltatásokat nyújt. A rendszert a gyártónál és a felhasználónál egy szerverre installálják, és mind a berendezések felhasználóinak, mind a gyártóállalat szakértőinek hozzáférésre van lehetősége. A szerverre a következő részrendszereket és funkciókat telepítik:

- a diagnosztikai rendszer tudásbázisa a berendezések hibaakstruktúrájával;
- tudásalapú diagnózisstratégiák;
- multimédiás kommunikációs eszközök.

Az internet különösen alkalmas kommunikációs médiumként, mivel szinte az egész világon rendelkezésre áll, gyorsan felépíthető a kapcsolat és standard kommunikációs protokollt alkalmaz.

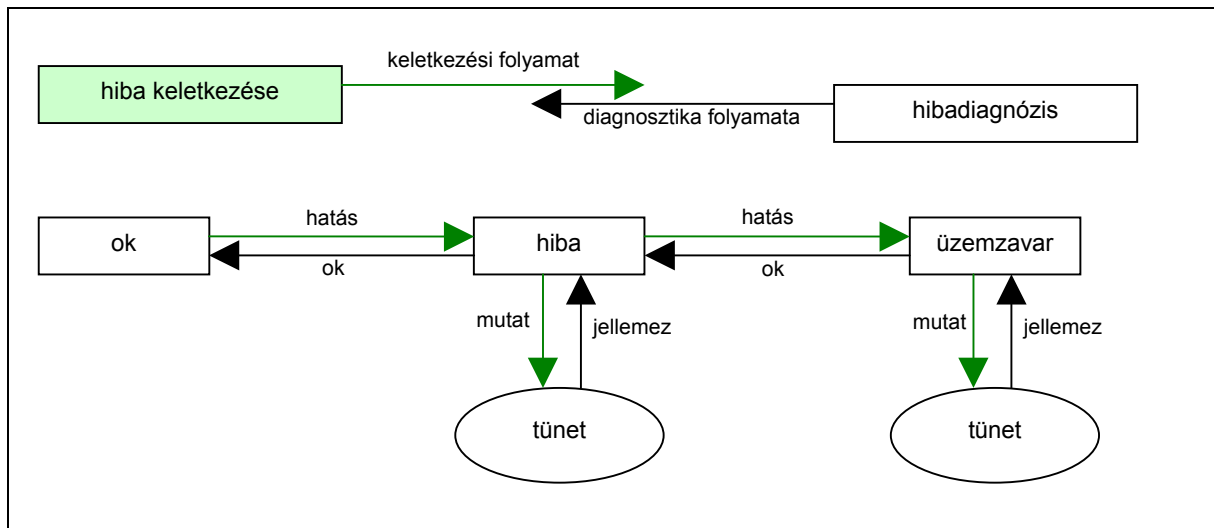
A problémamegoldáshoz hierarchikusan tagolt stratégiát ajánlanak. Az első lépésben a gép kezelője önállóan kísérli meg a távdiagnosztikai rendszer segítségével a hibát elhárítani. Ha ez nem sikerül, akkor a szakértővel konzultál, aki tanácsokat ad a hiba elhárítására. Az utolsó fokozat a berendezés távvezérlése a szakértő által (a helyi kezelő közreműködésével). A gép kezelője és a szervizszakember közötti kooperáció külső szakértők bevonásával szélesebb alapokra is helyezhető.

Tudásbázis és következtetési (inferencia-) stratégia

A diagnosztika kiterjed a hibafelismerési folyamatláncra, a hiba helyének megállapítására és a hiba okának meghatározására. Emellett elemzi a jellemző

tüneteket is az alapvető ok megállapítása érdekében. A cél a hiba minél gyorsabb meghatározása az ok megjelölésével.

A hibák (pl. kopás, helytelen gépkiszolgálás) nem vezetnek azonnal termelés kieséshez, de tünetek utalnak arra, hogy valami nincs teljesen rendben. A hiba következménye lehet pl. a termék gyenge minősége. Ha a hibát nem küszöbölik ki időben, az előbb-utóbb üzemzavarhoz vezet (1. ábra). A diagnosztika feladata, hogy a tünetek alapján megállapítsa a hibát és annak okát. Ez nem mindig egyszerű, mivel műszaki folyamatokban egy hibának több oka is lehet (2. ábra).



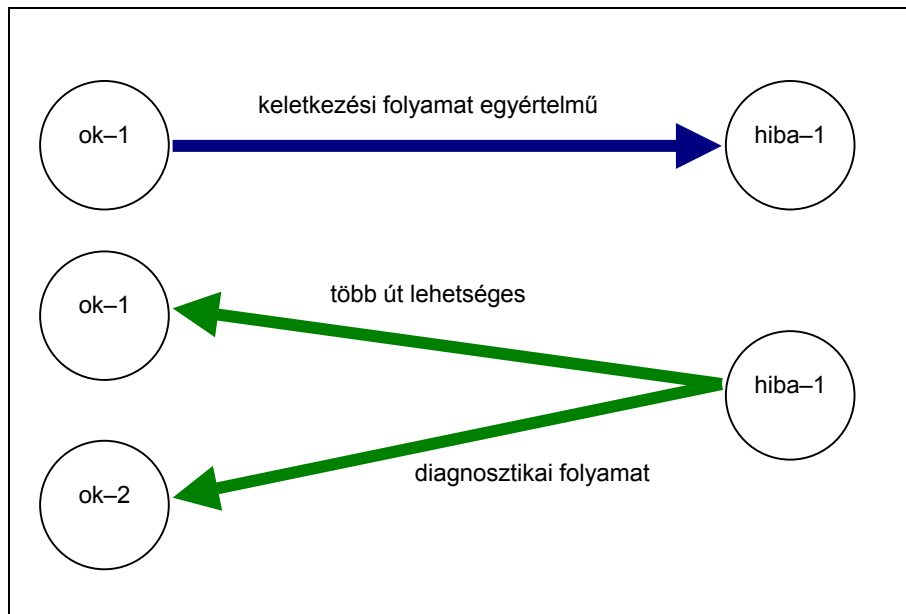
1. ábra A műszaki diagnosztika működési elve

A tudásbázis felépítéséhez a szakértők ismereteit meghatározott formában kell leképezni. A műszaki rendszer sajátosságait formalizált eszközökkel kell egy modellbe beépíteni. Az ismeretanyag sok szakember – tervezők, minőségellenőrök, a berendezések kezelésével foglalkozó szakemberek stb. – tapasztalatából tevődik össze. Az így felépített modell képezi az alapot a diagnosztika stratégiájához és következtetési szabályaihoz.

A szakértői ismeretek rögzítéséhez jól alkalmazható a FMEA módszere (Failure Mode and Effect Analysis = Hibamód és hatáselemzés). A tudásbázis a hibák lehetséges okait ezzel a módszerrel tudja azonosítani és értékelni. A diagnosztikai információrendszerben tárolt hibaesetekhez kapcsolódnak a lehetséges hibaokok, amelyek ismét más okoknak következményei lehetnek. Az így kialakuló gráfstruktúra alapján több manuális és automatikus algoritmust dolgoztak ki, amelyek különböző stratégiát követnek a hiba alapokának meghatározásához és a felhasználónak többféle lehetőséget kínálnak a diagnosztikai folyamat irányításához.

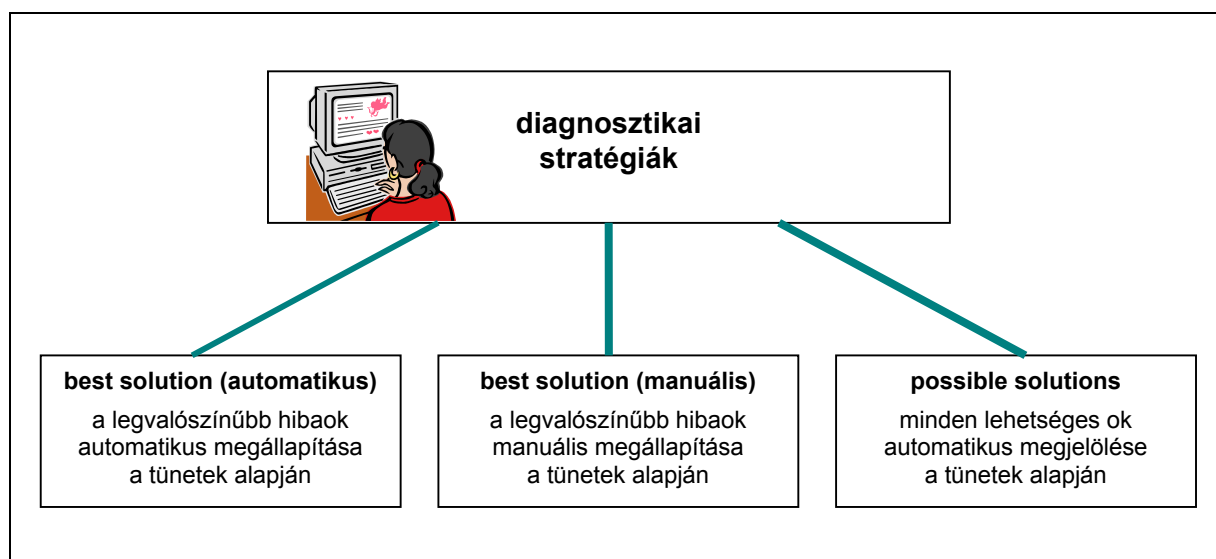
A diagnosztikai stratégiák az ok meghatározásához konfidenciamutatókat alkalmaznak, ennek alapján a lehetséges hibaokok között – a tapasztalat előfordulási gyakorisága szerint – prioritási sorrendet állapítanak meg. A prioritá

soknak megfelelő sorrendben ellenőrzik a lehetséges hibaokokat. Ezáltal a hibák pontosabban és rövidebb idő alatt megállapítható. Új berendezéseknél a szakértők tapasztalataik alapján becsülik meg az egyes hibalehetőségek konfidenciamutatóit, amit később az üzemi eredmények alapján aktualizálnak.



2. ábra A műszaki diagnosztika problémája

A diagnosztika három alapvető stratégiáját a 3. ábra mutatja. A „legjobb megoldás” (best solution) a tünetek alapján automatikusan vagy manuális eljárással a legvalószínűbb okra mutat rá. A „lehetséges megoldás” (possible solutions) a tünetek alapján minden lehetséges okot automatikusan megad.



3. ábra Diagnosztikai stratégiák hibaokok keresésére

Diagnosztikai eljárás

Amikor valamely berendezésen hibatünetek jelentkeznek, a kezelő vagy szakértő rögtön alkalmazhatja a számítógépes diagnosztikai eszközöket. Lehetőség van a szemléltetésre is: az első lépésben a hibás gép technológiai környezetét (pl. szerelőszalag) jelenítik meg, a második lépésben részletes információt adnak az adott gépről, annak terheléséről stb.

A hiba helyének, jellegének azonosítása után következik a második lépésben a hiba lehetséges okainak a tünetekhez való hozzárendelése és a választott diagnosztikai stratégia alkalmazása. Ez a folyamat internet útján távdiagnosztika segítségével is végbemehet, ahol a szakértőnek többféle diagnosztikai algoritmus áll rendelkezésére.

Internet alkalmazása az előretekintő karbantartásban

A szenzorok, a számítógépek, a drótnélküli kommunikáció és az internet fejlődése lehetővé tette, hogy az üzemeltetők távolról is hatékonyan figyeljék és elemezzék a berendezések működését. A közelmúltban ipari vállalatokban „condition monitoring” programokat vezettek be, amelyekkel a termelés szempontjából kritikus gépek állapotát figyelemmel tudják kísérni. Ezek az előretekintő karbantartási (predictive maintenance) programok azonban sok gép megfigyelése esetében munkaigényesek.

A létszámok csökkentésére irányuló törekvések következtében egyre fontosabbá vált távmegfigyelési rendszerek alkalmazása olcsó drótnélküli kommunikációval. Így a karbantartóknak nem kell minden rendellenesség jelzésére a helyszínre sietniük, és figyelmüket azokra a gépekre összpontosíthatják, amelyek azonnali beavatkozást követelnek.

Kommunikációs technológiák

A korszerű kommunikációs technológiák használata döntő feltétel ipari üzemek előretekintő karbantartási programjainak sikeréhez. Ma már rendelkezésre állnak olyan drótnélküli rendszerek, amelyek nem igénylik nagy infrastruktúra kiépítését és 20 mérföldes (32 km) körzetben többoldalú hozzáférésre adnak lehetőséget.

A drótnélküli kommunikációnak számos problémája van, pl. a megbízhatóság, a biztonság, az átviteli sebesség stb. Ezzel szemben előny, hogy a kapcsolatok bármely pillanatban felvehetők. A drótnélküli kapcsolatok képezik az internet világot átfogó hálójának (World Wide Web) alapját. Az Internet útján különböző típusú információk (szöveg, ábra, hang, mozgókép) továbbíthatók.

Az interneten sok információ található a gépek megbízhatóságáról és karbantartásáról. Például, ha a Yahoo keresőprogram útján a „predictive maintenance” kifejezést keressük, 35 honlapot és 31599 weboldalt találunk, ahol ez a kifejezés szerepel. Néhány évvel ezelőtt minden gépgyárat külön fel kellett

hívni telefonon, amelytől valamely vállalat egy gépre vonatkozó információt, prospektust akart kapni. Ma minden szükséges információt a világhálóról percek alatt le lehet tölteni. A felhasználó a világháló útján beszámolhat a gyártónak gépének állapotáról, rezgéseinek nagyságáról, javaslatot kaphat a szükséges intézkedésekre.

Karbantartási rendszerek

Az ipari üzemek karbantartási rendszere részben „működjön, míg le nem áll”, részben a hibamegelőzés filozófiáján alapul. Az utóbbi tíz évben sok vállalatnál előretekintő karbantartási rendszert vezettek be, amelyhez hordozható készülékeket használnak az adatok gyűjtésére, tárolására és elemzésére. Ez a módszer bevált mindaddig, amíg elegendő személyzet volt; a létszámcsökkentés azonban felgyorsította érzékelők (szenzorok) beépítését a legfontosabb gépekben állapotuk, rezgéseik mérésére és jelzésére, amelyeket huzalokkal kötötték a műszerfalhoz, később számítógéphez. Hogy az ilyen rendszer gazdaságos legyen, a huzalos kapcsolatokat ki kellett küszöbölni és korszerű rádiókapcsolatokat kellett létrehozni.

Drótnélküli átviteli rendszerek

A piacon jelenleg többféle ipari alkalmazásra szolgáló digitális kommunikációs rendszer kapható. A széles spektrumú rádiókapcsolat, amelyet katonai célokra fejlesztettek ki, ellenáll a zavaró jeleknek, várhatóan robbanásszerűen fog elterjedni. Az ilyen rendszerben a jelek széles frekvenciatartományra terjednek ki és az eredeti frekvencián gyűlnek össze. Többféle széles spektrumú kommunikációs rendszer van forgalomban. A két legelterjedtebb rendszer a direkt szekvenciális széles spektrum (Direct Sequence Spread Spectrum – DSSS) és az ugráló frekvenciás széles spektrum (Frequency-Hopping Spread Spectrum – FHSS). A széles spektrumú kommunikációs rendszerek 0,1 W teljesítmény esetében 1–1,5 mérföld (1,6–2,4 km) hatókörben működnek, de 60 m magas antennával hatókörük 17 mérföldre (25 km-re) növelhető.

A drótnélküli átviteltechnika előtt még nagy fejlődés van. Naponta újabb és újabb eljárásokról számolnak be a szaklapok. A Bluetooth eljárás erőssége, hogy egyidejűleg tud hangot és adatokat továbbítani. Egy nagy gyár ennek a technológiának az alkalmazásával dolgozott ki egy huzal nélküli rezgésérzékelő rendszert. A másik elterjedt rendszer az ultraszéles sávú technológia, amely kis energiával képes kommunikációs kapcsolatot létesíteni. Ez a rendszer nem érzékeny visszaverődött hullámokra, amelyek különösen épületeken belüli kommunikáció esetében gyakran kioltják vagy tévesen továbbítják a jeleket.

További kutatások

Az USA Energiaügyi Minisztériuma több iparág részvételével kutatási programot kezdeményezett, amelynek célja a gépek működését érzékelő

szenzorok drótnélküli kapcsolatának megvalósítása tényleges üzemi környezetben. Olyan, egyetlen szilíciumlapkára épített szenzorról van szó, amely integrálva van a jelet digitalizáló, intelligensen feldolgozó és továbbító funkciókkal. Ez a szenzoroknak olyan új generációja, amely megoldja a huzalos rendszer problémáit. Egy 6 mm-es csipre (1/4 hüvelyk) pl. két hőmérséklet-érzékelő, egy optikai adattovábbító, egy optikai detektor és széles spektrumú jelgenerátor, egy szabályozó logika, egy rádiófrekvenciás amplifájer, egy analóg/digitális átalakító és más elemek vannak ráépítve.

A fejlődés folytatását jelenti az internet2, amely 170 USA-beli egyetem nonprofit konzorciuma. Az internet2 nem helyettesíti az internetet, hanem kiterjeszti annak lehetőségeit, meggyorsítja annak elterjedését. Legnagyobb előnye a gyorsaság és a megbízhatóság. Az internet2 várhatóan gyorsan el fog jutni a tudománytól a gyakorlati felhasználásig, mivel nagyvállalatok élénk figyelemmel kísérik a rendszer fejlesztési munkáit. Az új rendszer alkalmazható lesz a karbantartás területén a rezgési szenzorok jeleinek továbbítására. Mivel az energiaigény igen kicsi, a szenzorok akkumulátorról táplálhatók.

Technológiai alkalmazások

A legtöbb ipari üzemben jól tudják kezelni a villamos és vegyi folyamatokat. Technológusok figyelik e kétféle folyamat információit, ami a jó minőségű termékek előállításának feltétele. Az információk fontos harmadik területe a gépek állapota, amelyet általában nem figyelnek folyamatosan, és a karbantartó részlegre bízzák, hogy havonta vagy még ritkábban rezgésméréssel ellenőrizzék a gépek állapotát. Ha a karbantartók ismerik a gépek rezgésképét és ezt összekapcsolják a technológiai folyamat jellemzőivel (hőmérséklet, nyomás, hozam stb.), el tudják dönteni, hogy a gép alkalmas-e jó minőségű termék előállítására vagy egyáltalán üzemképes marad-e a következő időszakban. Jelentős megtakarításokat lehet elérni a berendezések állapotának folyamatos megfigyelésével.

Gépdinamika

Az üzemmérnökök új filozófiája a gépdinamika, amely összekapcsolja a technológusok és a karbantartók törekvéseit. Gépdinamikán statisztikai folyamat szabályozás módszereinek alkalmazását értik a gépek állapotának vizsgálatára, diagnosztizálására. Olyan módszerről van szó, amellyel sok ezer gépen lehet diagnosztikai vizsgálatokat végezni és képet alkotni a teljes rendszer megbízhatóságáról. Ennek érdekében kétszintű rendszert dolgoztak ki: egyrészt folyamatosan megfigyelik a kritikus gépegységek működését beépített szenzorokkal, míg kevésbé fontos gépegységekről időközönként gyűjtene adatokat. Az ilyen rendszer megvalósításához drótnélküli átviteli rendszerre van szükség, amely egymással koordináltan továbbítja a szenzorok által érzékelt rezgések adatait és a technológiai folyamatok információit.

Ezeknek az adatoknak a feldolgozása „tanuló szoftver” segítségével olyan gépmeghibásodási modellt eredményez, amelynek alapján az üzemeltető a későbbiekben korai jelzést kap a várható üzemzavarról. A meghibásodási modellek így az adott üzemi berendezésekre vonatkoznak. A rendszer folyamatosan tanul, így fokozatosan egyre biztosabban jelzi, ha beavatkozásra van szükség és nem vált ki hamis jelzéseket.

Gépdinamikai rendszereket igen sok vállalat fejleszt ki különböző iparágakban. Ennek első lépése a drótnélküli rendszerek kiépítése.

Alkalmazási példa

Üzemcsarnokban a híddarun megelőző karbantartási programot alkalmaztak. A munkások időközönként ellenőrizték a berendezést, és évente egy szakvállalat felújítást végzett rajta. Munkavédelmi okokból nem szabad a daru rezgéseit működés közben manuálisan mérni. Rezgésérzékelő szenzorokat helyeztek el a daru megfelelő helyeire, és azokat kábelek kötötték össze a monitorral. Ezt a rendszert helyettesítették drótnélküli széles spektrumú rendszerrel a daru rezgéseinek érzékelésére, amelyet azután számítógéppel dolgoztak fel.

A rendszer a következőképpen épült fel:

- Hat rezgésérzékelő szenzort helyeztek el az emelőszerkezet hajtóművén és kettőt az egyenáramú motoron.
- Mágneses fordulatszámérő szereltek a motort a hajtóművel összekötő tengelyre.
- Terhelést mérő elemeket nem alkalmaztak, mivel a daru rendszeresen azonos terheket emelt.

A rezgéselemzéses technológia sikeresnek bizonyult, és jelentősen csökkentette a váratlan üzemzavarok gyakoriságát. A szokásos hibák (pl. kiegyensúlyozatlanság, rossz beállítás, elemek meglazulása, csapágyak és fogaskerekek hibái, a villamos motor hibái stb.) a rezgések frekvenciasávja alapján előre jelezhetők feltéve, ha ismerik a normális működés rezgéseinek frekvenciáit a motorban, a csapágyakban, a hajtóművekben. Az egyes paraméterekhez meghatározták a vészjelzés szintjeit.

A ténylegesen mért rezgésadatokat az előbbiekkal összehasonlítva következtetni lehet a hiba helyére.

(Dr. Garai Tamás)

Feldmann, K.; Neuhoff, H.: Internet-basierte Telediagnose zur Optimierung von Instandhaltungsstrategien. = VDI-Berichte, 2001. 1598. sz. 320–332.

Lee, L. D.: Using wireless technology and the Internet for predictive maintenance. = Hydrocarbon Processing, 80. k. 5. sz. 2001. p. 77–89.

