

Költségkímélő karbantartás rezgésmérésen alapuló gépállapotfigyelés alapján

(átszerkesztett kivonat a PIM Kft. „Rezgéstdiagnosztikai alaptanfolyam” című tananyagából)

Szerző: Rahne Eric, okl. villamosmérnök
Copyright © PIM Profeszionális Ipari Méréstechnika Kft.

Elsősorban a forgógépeket üzemeltetőknek kívánunk egyszerű áttekinthető nyújtani, milyen hordozható eszközökön alapuló módszerek léteznek a karbantartás gépállapotfüggő megszervezéséhez. (A telepített /OnLine/ berendezésekkel itt nem foglalkozunk.) Rávilágítunk az eszközök beruházási költségeire, az alkalmazásuk feltételeire (pénzügyi és emberi erőforrások szempontjából) és a várható eredményekre. Azért csak az állapotfüggő karbantartással foglalkozunk, mert bizonyítottan ez garantálja a legnagyobb termelési megbízhatóságot, méghozzá a legkisebb költségek mellett. (Az állapotfüggő karbantartás megszervezéséhez szükséges információkat szolgáltató hordozható mérőeszközök általában a mindennapos javítási munkákra – géphibák feltárására és elvégzett beavatkozások eredményességének minősítésére - is alkalmasak.)

1. Külső cégek által végzett időszakos rezgésmérés ill. rezgéstdiagnosztika

Kis cégeknek általában sem tőkéjük, sem szakemberük nincs ahhoz, hogy saját erejükből „rezgéstdiagnosztikát” végezzenek. Választani lehet ilyenkor egy külső cég által rendszeres időközönként végzett rezgésmérés és kiértékelés között, vagy a saját erőből kivitelezett egyszerű rezgésmérés-alapú állapotfigyelés között.

Külső cégek rezgéstdiagnosztikai szolgáltatásainak igénybevétele esetenként 10-100 ezer Ft gépenkénti szolgáltatási díjjal jár (a díj a szolgáltatótól, a gép típusától ill. attól függ, hogy megismételt vagy egyedi mérésről és analízisről van-e szó). Általában ezek a cégek nagy tapasztalatuk révén sok értékes információt szolgáltathatnak egy-egy rezgéstdiagnosztika eredményeként. De különleges gépek vagy a gépüzemeltetőtől kapott információk hiányossága esetén az analízisek eredményessége igen kicsi is lehet.

A külső cégek bevonásának legnagyobb hátránya viszont a fizetendő munkadíj összege, ami gyakran gátat szab az időszakos mérések rendszeres (és elég gyakori) megismétlésének. Ez viszont az állapotfüggő karbantartáshoz leginkább szükséges megfigyelést, a gépállapot romlási sebességének (tehát a rezgésértékek trendje emelkedési mértékének) figyelését nem teszi lehetővé. Ezért legfeljebb kideríthető, hogy melyik gépelem meghibásodása kezdődött meg ill. alakult már ki, de (egyéb módon szerzett tapasztalatok nélkül) nem mondható meg, hogy mennyi ideig lesz még üzemképes a gép.

2. Egyszerű rezgésintzmérés

Amennyiben kis cégek saját személyzettel és eszközzel kívánják a karbantartásukat a gépek állapota függvényében megszervezni, akkor szükség van egy egyszerűen kezelhető, de egyértelmű eredményt szolgáltató és megbízható mérési eljárásra, amely rezgéstdiagnosztikai tapasztalatok és mérnöki képzés nélkül is könnyen elvégezhető (tehát ne kelljen külön szakembert felvenni ennek a feladatnak az elvégzésére).

Egy elterjedt módszer a rezgésebesség-effektívérték mérése. Az erre szolgáló kéziműszerek a rezgésebesség effektívértékét (angolul RMS: a rezgéskomponensek négyzetes átlaga) mérik a 10-től 1000 Hz-ig ill. 2000 Hz-ig terjedő frekvenciatartományban. Ezek a tartományok átölelik a leggyakoribb frekvenciákat, melyek a forgógépek mechanikus problémáinak többségére jellemzők. Kétúton észrevehető a kiegyensúlyozatlanság, a mechanikai lazaság, a rezonancia, valamint a tengelyek ill. áttételek beállítási hibáinak jelenléte. Hogy melyik van jelen ill. dominál, arról viszont nincs információ.



A mért rezgésszintek értelmezését különböző szabványok segítik. Egy elterjedt szabvány az ISO2372, amely már több évtizede van használatban forgógépek tovább üzemeltethetőségének eldöntésére. A rezgésszint és az aktuális gépállapot között megfigyelhető összefüggés alapján maga a felhasználó gyorsan felismerheti az általa megvizsgált gépekre vonatkozó géptípusos határértéket.

Mivel a beruházás nagyon csekély (megfelelő digitális műszerek már 150 ezer Ft-tól kaphatók), a megtérülés nagyon rövid időn belül várható: egyetlenegy gépen felfedezett és kijavított kiegyensúlyozatlanság miatt elkerült váratlan leállás és megspórolt csapágycsere stb. általában már több mint 200 ezer Ft megtakarítást jelent.

3. Rezgésintzmérés és csapágyállapotfigyelés



Ahhoz, hogy a gördülőcsapágyak állapotáról is kapjon az üzemeltető pontos információt, nem elegendő a rezgésebesség-effektívértékének mérése a fent említett frekvenciatartományban. A csapágy alkatrészei által keltett magas frekvenciájú rezgéseket is meg kell mérni. A csapágyak állapotának jelzésére legalkalmasabbnak a 2 ... 20 kHz között rögzített rezgés gyorsulás-effektívérték bizonyult. Ajánlatos tehát olyan műszert beszerezni, melyet a rezgésebesség és a rezgés gyorsulás effektívértékének mérésére alakítottak ki.

Ez a beruházás sem jár nagy költséggel (rezgésebességet és –gyorsulást mérő digitális műszerek már 200 ezer Ft-ért beszerezhetők), de a gyakorlati hasznuk lényegesen nagyobb az előzőleg említett típusnál: nemcsak beállítási és kiegyensúlyozási problémák jelenlétét, hanem csapágyhibákat is képesek érzékelni. Sőt: eldönthető, hogy melyik csapágy szorul cserére és melyik nem, valamint ellenőrizhető, hogy a csapágycsere kivitelezése hibátlan volt-e és jó-e a csapágy kenése.

4. Rezgésfigyelés trendképzéssel

Az állapotfüggő gépkarbantartás megszervezéséhez a legértékesebb információ a gépállapot romlási sebességének megfigyelése, ami alapján megbecsülhető, hogy mikor milyen beavatkozást kell elvégezni ahhoz, hogy a gép váratlan leállás (és főleges javítások) nélkül üzemeljen, de meglévő kezdetleges hibákból eredő nagyobb károkat se szenvedjen el addig. Ehhez a géprezgések értékeinek trendjét kell elkészíteni, melynek emelkedési mértéke ad információt a várható időtartamokról.

Ennek módszere nagyon egyszerű: rendszeres időközönként kell a gépek rezgéseit újramérni (ugyanazokon a helyeken, ugyanabban az irányban és lehetőleg ugyanazzal a mérőeszközzel), és mindegyik mérőpontra vonatkozó adatot az idő függvényében grafikusán kell értékelni. A mindenkori gépre értelmezhető határértékek figyelembevételével megváltozatlan terhelés és egyéb körülmények között gépünk rezgése mikor érik el a határt, tehát legkésőbb mikor kell beavatkozni.



Sok kis és közepes méretű cégnél a gépek száma miatt már nem ajánlatos „papírral és ceruzával” végigjárni a berendezéseket és egyenként feljegyezni, hogy melyik gép rezgése milyen szinten van és utána minderről külön-külön grafikat készíteni vagy az adatokat egyenként számítógépre vinni. Sokkal inkább egy olyan mérőeszközzel érdemes beruházni, mely képes a rezgésebesség és a rezgés gyorsulás effektívértékének mérésére és több gép rezgésadatainak tárolására, valamint ezeknek számítógépre való átküldésére.

Amíg az ezekhez szükséges műszerek is viszonylag kedvezően beszerezhetők (mindkét rezgésparaméter mérésére, az adatoknak a mérés időpontjával együtt a saját memóriában történő tárolására és számítógépre való átküldésére képes kéziműszer a szükséges trendképzítő PC-szoftverrel együtt már 500 ezer Ft-ért kapható), az alkalmazásukból származó haszon többszörösére nő: időben tervezhetővé válik a karbantartás !!! Mivel tudjuk, hogy mennyi rezgés kell a beállítás-korrekció ill. kiegyensúlyozást vagy a csapágycsere elvégzéséhez, főleges javítások és váratlan gépleállások egyaránt elkerülhetővé válnak.

5. Spektrumanalízis

A rezgések spektrumanalízise nemcsak divat, hanem a jelenleg leghatékonyabb gépállapotfelmérő eszköz, feltéve hogy szakértelemmel „olvassák” a benne rejlő információkat. (Ha egy gépüzemeltető ilyen készüléket vásárol, gondoskodjon a megfelelő szakmai képzéséről is !) Azonban a 2-4. pont alatt felsorolt technológiákhoz nem kell különlegesen képzett szakembert „csatasorba állítani”, a spektrumanalízis csak megfelelő képzéssel és tapasztalattal alkalmazható eredményesen.

A spektrumanalízis alapja a következő gondolatmenet: Minden gép ill. gépkalkatrész (tengely, burkolat, tartóelem, csapágy, tárcsa stb.) mint „merek” test azzal az alapvető mechanikai /fizikai/ tulajdonsággal rendelkezik, hogy leginkább egy-egy bizonyos „saját”-frekvencián képes egy adott irányban rezgéseket végezni (tehát ezen a frekvencián „rezonál”) külső gerjesztés /esetünkben a gép forgásából eredő erők/ hatására). A felvett rezgésjel spektrumanalízisével „láthatóvá” válik, hogy milyen frekvenciájú rezgések vannak jelen. A rezgésfrekvenciák viszont hozzarendelhető bizonyos gépkalkatrészekhez és tipikus géphibákhoz (természetesen az aktuális gépfordulatszám figyelembevételével).



A rezgések spektrumanalízise révén az egyes gépelemek hibái pontosan felderíthetők és eldönthető, hogy beállítási vagy kiegyensúlyozási hibák van-e jelen. Ez a módszer pl. csapágyhiba esetén képes arra, hogy külön kimutassa a belső ill. külső gyűrű vagy a kosár sérülését ! Villanymotorok elektromos paramétereinek mérésével akár villamos hibák (pl. aszinkron motor forgórészrúdjának törése) is felderíthetők. A célzott, részletesen előre megtervezett javítások ütemezéséhez a rezgés spektrumanalízisének eredményei ugyanúgy alkalmasak, mint az elvégzett javítások részletes ellenőrzéséhez.

A rezgés spektrumanalíziséhez szükséges beruházás már nagyobb ráfordítást és emberi erőforrást (egy képzett szakembert) is igényel. A szükséges kéziműszer ára igen széles skálán mozog, de a hozzátartozó adattároló és kiértékelő PC-szoftverrel is érdemes megvásárolni. (A magyar piacon 2-6 millió forintért kaphatók ilyen műszerek PC-szoftverrel együtt. Az érdeklődő viszont nézzzen utána, hogy mit vesz: nem biztos, hogy egy 4 milliós készülék jobb egy 2 milliós műszernél ! Ne vegyen olyan műszert, amelynek legnagyobb spektrumfelbontása 3200 vonalnál kisebb, mivel ez nagyban korlátozza az analizálható géphiba típusait ! Kérje a műszer és szoftver kezelésére, valamint a rezgéstdiagnosztikára vonatkozó oktatást is !)

Az effektívértékméréshez képest nagyobb ráfordítással arányos a várható haszon is: nemcsak a gép ill. csapágy jó vagy rossz állapota dönthető el, hanem a hibás elemek vagy beállítások is konkrétan megtalálhatók. Ezért a javítások előtt már pontosan tudni lehet, hogy mit kell tenni. Alkatrészekben és munkaidőben sokat lehet így spórolni, a javítás során nem lehet a szinten jelenlévő – de nem annyira feltűnő – hibák kijavítását „elfelejteni”. Az így javított és ellenőrzött gépek megbízhatósága nagymértékben nő csökkenő karbantartási költségek mellett. A rezgéstdiagnosztikai beruházás így általában 1-2 éven belül visszatérül. (Ha olyan műszert vesz, ami még többszörös dinamikusan kiegyensúlyozásra is képes, a visszatérülés ennek a műszerszolgáltatásnak az igénybevétele mellett még hamarabb következik be.)

6. Spektrumanalízis trendképzéssel

Ez a legjobb megoldás, mivel ez ötvözi a spektrumanalízis és a trendképzés előnyeit. Nemcsak a pontos géphiba deríthető fel, hanem az is, hogy meddig kell ezt kijavítani, hogy a gép megbízható üzemeltetése ne legyen veszélyeztetve. Sok igényes gép ill. összefüggő technológia esetén ezt javasoljuk alkalmazni.

Az ehhez szükséges beruházás már csak csekély mértékben igényel nagyobb ráfordítást a „sima” spektrumanalízishez képest, és ugyanúgy emberi erőforrást (legalább egy képzett szakembert) követel. A szükséges műszer (lehetőleg mérőút-támogatással) és a hozzavaló adatgyűjtő és kiértékelő PC-szoftver ára itt is igen széles skálán mozog. (A magyar piacon 2,5-10 millió forintért kaphatók ilyen műszerek PC-szoftverrel együtt. Az érdeklődő itt is gondolkodjon el azon, mit akar venni: csak olyan műszert és szoftvert vegyen, ami a diagnosztikai szükségleteit kielégíti – se többet, se kevesebbet. Nem biztos, hogy a készülék árával arányosan nő az adott feladathoz való alkalmazhatósága, ezért ne vegyen műszert helyszíni bemutató és hozzátartozó diagnosztikai oktatás nélkül !)

A „sima” spektrumanalízishez képest csekély ráfordítástöbblettel viszont ugrásszerűen emelkedik a várható haszon: a gép hibás elemeinek vagy beállításainak pontosan felderítésén túl a javítások határvidéki előre becsülhetők lesznek. Alkatrészekben és munkaidőben sokat lehet így spórolni, a javításokhoz szükséges határvidéki előre becsülhetők lesznek. A munkaidőben sokat lehet így spórolni, a javításokhoz szükséges határvidéki előre becsülhetők lesznek. Alkatrészekben és munkaidőben sokat lehet így spórolni, a javításokhoz szükséges határvidéki előre becsülhetők lesznek. A munkaidőben sokat lehet így spórolni, a javításokhoz szükséges határvidéki előre becsülhetők lesznek.

A rezgéstdiagnosztikai beruházás így ebben az esetben akár már 1-2 éven belül visszatérül.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy szinte minden üzemeltetési körülményhez, pénzügyi és emberi erőforráshoz megtalálható a magyar piacon hozzáillő gépdiaognosztikai eszköz. Akármelyiket alkalmazza, a fenti szempontok figyelembevételével biztosan nemcsak a beruházásának gyors visszatérülésére, hanem hosszútávú extraprofitra is számíthat a termelés paramétereinek javulása révén.