Tűzoltás és nagyjavítás helyett

Állapotfüggő karbantartás rezgésdiagnosztikával (II.)

Egyre nagyobb az üzemeltetők igénye a gépek megbízható, de mégis költségtakarékos üzemeltetésére. Ezen igényeket maximálisan kiszolgálja az állapotfüggő karbantartás bevezetése. A gépek mechanikai állapotának üzem közbeni felmérésére a legalkalmasabb módszer a rezgésdiagnosztika.

A REZGÉSMÉRÉS-ALAPÚ GÉPDIAGNOSZTIKA az állapotfüggő, illetve megbízhatóságalapú gépkarbantartás megszervezését segíti. Ennek fő gondolata, hogy több, megfelelő gyakorisággal elvégzett mérés adataiból felállított trendek alapján megbecsülik a megvizsgált gépek állapotromlását, a gépek (illetve elemeinek) várható élettartamát és szükséges karbantartásuk időpontját. A cél, hogy a termelés minél nagyobb megbízhatósággal, váratlan leállások nélkül, a szükséges minőség folyamatos biztosításával, de minél kisebb karbantartási költséggel (tehát fölösleges javítások, illetve észrevétlenül maradt kisebb hibákból eredő nagyobb károk elkerülésével) menjen végbe.

Az utóbbi években a forgógépek állapotát felmérő eszközök és technológiák igen sokat fejlődtek. Míg nem is olyan régen a csavarhúzó vagy az élére állított pénzérme volt az egyetlen elterjedt ipari „diagnosztikai eszköz", ma már vitathatatlan, hogy a korszerű gépdiagnosztika alkalmazása elengedhetetlen a gazdaságos termelés eléréséhez és fenntartásához. A diagnosztikai technológia kiválasztásánál többféle szempontot kell figyelembe venni. Gazdasági szempontok: › rendelkezésre álló beruházási keret › kiesés esetén várható veszteség › karbantartási és üzemeltetési személyzet létszáma › termelés sajátosságai: berendezések költségei (új gépek, alkatrészek), fenntartás költségei (kenőanyag, bevizsgálás, rendszeres pótlás), üzemeltetés költségei (energia, alapanyagok, selejt). A műszaki szempontok közé sorolható: › gépállapotfüggő minőség › folyamatos üzem (nem állhat le) › nagy kihasználtság (rövid idő karbantartásra, javításra) › kritikus körülmények (veszélyes technológia, anyagok, környezetszennyezés, életveszély).

A kiegyensúlyozatlanság költségei

Sajnos még mindig gyakran hallani, hogy a diagnosztikai eszközök költségesek, az őket kezelő személyzet fenntartása drága – tehát nem éri meg ilyen technológiák bevezetése a karbantartás korszerűsítése végett. A következő kiragadott számpéldával bizonyítani kívánjuk, hogy a valóság épp az ellenkező: a karbantartás szervezetlensége, a gépállapot figyelmen kívül hagyása a drága.

A példaként vett esetben folyamatos üzemű, például elektronikai szerelőcsarnokban működő klímaventilátorra vizsgáltuk a különböző karbantartási stratégiák hatását a kiegyensúlyozatlanságból eredő hibák felszámolásának költségeire. Ez a technológia a nem kritikus kategóriába sorolható, a maximális leállás 5 óra lehet, e fölött termelési veszteség lép fel. A táblázatban szereplő költségeket a számítás részletezése nélkül adtuk meg. Könnyen belátható, hogy kritikus technológiáknál lényegesen nagyobb veszteséggel, sőt csőddel lehetne számolni.

A gépüzemeltetés, illetve karbantartás „0" változatára a gondatlanság jellemző, csak akkor veszik észre a hibát, amikor a berendezés leáll, mert a motor lecégett. A javítás motorjavítást, tengelyfelújítást, kettős csapágycserét és kiegyensúlyozást foglal magában.

Összefoglaló költségelemző táblázat (az adatok Ft-ban értendők)

	„0" gépleállás	„A" ránézés	„B" rezgéstrend	„C" diagnosztika
Motorjavítás + ki- és beszerelés	116 000			
Tengelyfelújítás + szerelés	58 000	58 000		
Kettős csapágycsere	46 000	46 000	46 000	
Kiegyensúlyozás	40 000	40 000	40 000	40 000
Kiesés (50 000 Ft/óra)	13×50 000	9×50 000	1×50 000	
Összes költség (Ft)	910 000	594 000	136 000	40 000

A KARBANTARTÁS SZERVEZETLENSÉGE, A GÉPÁLLAPOT FIGYELMEN KÍVÜL HAGYÁSA ESETENKÉNT IGEN DRÁGA LEHET.

Ha a gépüzemeltetés (karbantartás) az „A" jelű kategória szerint megy végbe, akkor nincs vagy csak rendszertelen a rezgésmérés, emiatt nem veszik észre a hibát, amíg a csapágyak teljesen fel nem mondják a szolgálatot, és tönkremegy a tengely is (csapágyfészek). Javítás: tengelyfelújítás, kettős csapágycsere, kiegyensúlyozás.

A „B" jelű gépüzemeltetés, illetve karbantartás egyszerű rezgésmérésen és trendfigyelésen alapul. Észreveszik a hibát, de akkor már mindkét csapágy cserére szorul (a tengely viszont még ép). Ekkor a javítás a kettős csapágycserére és a kiegyensúlyozásra korlátozódik.

A gépüzemeltetést, karbantartást jól szervezett, rendszeres diagnosztika vagy telepített rezgésfigyelés segíti a „C" változatban. Azonnal észreveszik a hibát, mindkét csapágy még ép. A javítás ilyenkor kizárólag kiegyensúlyozást jelent. Megjegyzendő, hogy a „C" jellegű gépüzemeltetés esetén legalább egy rezgésdiagnosztikai szakember alkalmazása is szükséges.

Jelenlegi eszközválaszték

Az alábbiakban a gépállapot-felméréshez napjainkban használatos hordozható műszerek választékát tekintjük át.

Digitális rezgésmérők, rezgésszint-adatgyűjtők (árkategória 150–600 E Ft, szoftverrel) Az állapotfüggő gépkarbantartás megszervezéséhez a legértékesebb információ a gép állapotának romlási sebessége, amely alapján megbecsülhető, hogy mikor, milyen beavatkozást kell elvégezni ahhoz, hogy a gép váratlan leállás (és fölösleges javítások) nélkül üzemeljen, de addig a meglévő kezdetleges hibákból eredő nagyobb károkat se szenvedje el. Ehhez a géprezgéseket rendszeresen kell mérni, trendjük emelkedésének mértéke ad információt a várható élettartamokról.

Az egyszerű kéziműszerek a mért paramétereket (például rezgéssebességet) egyetlen számmal minősítik. Az ilyen rezgésmérők kisméretűek (zsebben elférnek), kezelésük is rendkívül egyszerű. Leggyakrabban a rezgéssebesség effektív értékét mérik az ISO 10816 által ajánlott 10–1000, illetve 10–3200 Hz frekvenciatartományban. A műszerekkel kitűnően észrevehető a kiegyensúlyozatlanság, a mechanikai lazaság, a rezonancia, valamint a tengelybeállítási hiba jelenléte.

Ha pedig a műszer az ISO szerinti rezgéssebesség és – a gördülőcsapágy állapotára jellemző – nagy frekvenciájú rezgésgyorsulás (illetve a burkológörbe) mérésére is alkalmas, nemcsak a beállítási és kiegyensúlyozási problémák jelenléte, hanem a csapágyhibák és az elégtelen csapágykenés is felderíthetők vele. Sok piezoelektromos rezgésérzékelő jeleit feldolgozó rezgésmérő, illetve -analizáló műszerhez kapható fejhallgató (akár állítható szűrőkkel és erősítővel is), és ezáltal azok sztetoszkópként is alkalmazhatók.

Számos vállalatnál a gépek nagyobb száma miatt már nem ajánlatos a rezgésértékeket „papírral és ceruzával" feljegyezni, majd utána grafikákat készíteni, vagy az adatokat egyenként PC-re vinni. Ilyen feladatokra kaphatók zsebméretű adatgyűjtő műszerek, amelyek a rezgéssebesség és a nagyfrekvenciás rezgésgyorsulás mérésére, több gép rezgésadatainak – akár mérőutas – tárolására, valamint ezeknek PC-re való átküldésére is képesek. A hozzájuk kapható PC-szoftverek pedig nemcsak a trendek készítését, hanem a határértékek figyelését, a különböző beszámolók készítését és – mint például a PIM ProfiTrend szoftvere – a karbantartási tevékenységek naplózását is képesek elvégezni.

Rezgésdiagnosztikai technológiák és költségeik

Rezgés-sebesség	Csapágy-állapot	Trend (PC-n)	Rezgés-adatgyűjtő	Spektrum-analízis	Egyens-úlyozás	Szakértői műszer	Szakértői rendszer	Gép-védelem	Várható min. beruházásigény (Ft)
„0"									0
„A" ✓									150 000
✓	✓								200 000
„B" ✓	✓	✓							250 000
✓	✓	✓	✓						500 000
✓	✓							✓	200 000/gép
„C" ✓	✓	✓		✓	✓				1 000 000
✓	✓	✓		✓		✓			1 000 000
✓	✓	✓	✓	✓	✓				2 500 000
✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		7 000 000
✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	1 000 000/gép

A „C" jellegű gépüzemeltetés esetén legalább egy rezgésdiagnosztikai szakember alkalmazása is szükséges.

EGY MŰSZERVÁSÁRLÁS MINIMÁLIS KÖLTSÉGE MÉG NEM KRITIKUS FOLYAMAT ESETÉBEN IS EGY-KÉT TÖNKREMENETEL KIVÉDÉSE ESETÉN MEGTÉRÜL.

A digitális rezgésszintmérők alkalmazásával a géphibák 60 százaléka időben észlelhető. A rezgésszint-adatgyűjtők rendszeres (tehát technológiailag megfelelő) használatával és a trendek elkészítésével a forgógépek hibáinak 70 százaléka felderíthető, ezen túl a karbantartás időben tervezhetővé válik.

Géprezgés-analizátorok és -adatgyűjtők (műszer 1–6 M Ft, szoftver 300 E Ft–6 M Ft) A rezgések spektrumanalízise a jelenleg leghatékonyabb gépállapot-felmérő eszköz (feltéve, hogy szakértelemmel „olvassák" a benne rejlő információkat), és abból indul ki, hogy minden gép, illetve gépalkatrész mint „merev" test rezonanciafrekvenciákkal jellemezhető, illetve minden géphiba az aktuális gépfordulatszám alapján pontosan meghatározható frekvenciájú rezgéseket eredményez. A felvett rezgésjelek spektrumanalízisével „láthatóvá" válnak a bennük szereplő „elemi" rezgések, amelyek frekvenciái a fentiek alapján hozzárendelhetők a gépalkatrészekhez és a géphibákhoz. A rezgések spektrumanalízise révén te-

hát a gépbeállítás, illetve az egyes gépelemek hibái pontosan felderíthetők. Ez a módszer arra is képes, hogy például külön kimutassa a csapágy belső, illetve külső gyűrűjének vagy kosarának sérülését. Villanymotorok elektromos paramétereinek mérésével ezen túl a villamos hibák (például aszinkronmotor forgórészrúdjainak törése) is felderíthetők.

A gépszakértő kéziműszerek kedvező árfekvésű alternatívát kínálnak a nagy tudású – műszerből és PC-szoftverből álló – diagnosztikai eszközökhöz képest. Egyrészt a gépanalizáló-adatgyűjtő műszerek alapszintű tulajdonságaival és képességeivel rendelkeznek, másrészt olyan géphibakijelzést nyújtanak, amelyet eddig csak PC-n futó kiértékelő-szakértő szoftverektől – úgynevezett szakértői rendszerektől – várhattunk el. Az eredmény a mérések alapján felfedezett géphiba (géphibák) azonnali szöveges kijelzése.

Egy ilyen műszer birtokában lehetővé válik, hogy a képzett – de diagnosztikai tapasztalattal nem rendelkező – gépüzemeltető is gyorsan tájékoztatást kapjon a vizsgált forgógép állapotáról a karbantartás megszervezésével kapcsolatos döntéshozatalhoz. Mindehhez külső diagnosztákra vagy a rezgésspektrumok szakember által elvégzett analízisére nincs szükség. A rezgésanalizátorok, illetve a gépszakértő műszer alkalmazásával a hibák 85 százaléka időben észlelhető. A rezgésanalizátor-adatgyűjtők rendszeres (tehát karbantartás-technológiailag megfelelő gyakoriságú és szervezett) használatával és a trendek elkészítésével ez az arány statisztikailag 95 százalékra is emelkedhet.

Hamar megtérülhet

Az alábbiakban táblázatos formában összefoglaltuk a számpéldában szereplő egyes gépüzemeltetési hozzáállásokhoz szükséges műszerfunkciókat, illetve a várható beruházás minimálisan összegét.

A táblázatok összehasonlításával jól látható, hogy bármelyik műszervásárlás minimális költsége még nem kritikus folyamat esetében is gyakorlatilag egy-két tönkremenetel kivédése esetén megtérül. A hosszú távon, az egyes módszerek (műszerszintek) alkalmazásával kitermelhető nyereség mértéke természetesen erősen függ a berendezés technológiában betöltött szerepétől. Minél költségesebb technológiáról (karbantartásról) van szó, annál inkább indokolt a magasabb szintű gépállapot-felmérő eszközök alkalmazása. Jól kiválasztott gépállapot-felmérő (-figyelő) technológia esetén a beruházás költségének tízszeresének vagy akár százszorosának megfelelő értékű haszon várható.

Rahne Eric

pim@pim-kft.hu
www.pim-kft.hu