Tűzoltás és nagyjavítás helyett

Állapotfüggő karbantartás rezgésdiagnosztikával (VI.)

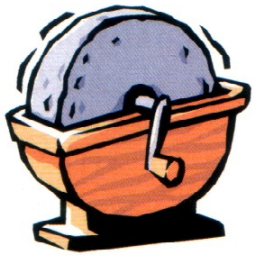
Műszaki diagnosztikai sorozatunk legutóbbi részében a rezgéssebesség mért effektív értéke alapján – a gyakorlati tapasztalatokkal egybevetve – értelmeztük az egyes rezgésszinteket. Az alábbiakban áttérünk az effektív érték mérésével detektálható konkrét géphibákra. A következő nagyobb egységet a gördülőcsapágyak állapotának felmérése képezi.

A REZGÉSSEBESSÉG EFFEKTÍV ÉRTÉKÉNEK műszeres mérését követően az ISO 10816-3 szabvány használatával nagyon egyszerűen eldönthető, hogy egyes gépek tovább üzemeltethetők-e vagy sem. Alapszabályként elfogadható, hogy a 3 mm/s effektív értéknél nagyobb rezgést mutató gépnél (ide értjük a leggyakoribb géptípusokat, például villanymotorokat, szivattyúkat, ventilátorokat, generátorokat) a rezgés okát fel kell tárni. Ne üzemeltessünk tovább 7 mm/s-nál erősebben rezgő gépet, ha nem vagyunk biztosak benne, hogy a gép állóképessége megengedi a hosszú idejű üzemeltetést ilyen feltételek mellett!

Effektívérték-méréssel detektálható géphibák

Kiegyensúlyozatlanság Mivel a rezgésszint nem árulkodik arról, hogy a fordulatszám-frekvenciájú rezgéskomponens (a kiegyensúlyozatlanság következménye) dominál-e, csak további mérésekkel győződhetünk meg a kiegyensúlyozatlanság jelenlétéről. Először vizsgáljuk a gépet a többi lehetséges hibaforrásra (lazaság, rezonancia, tengely-, illetve kuplunghiba jellemzőinek mérése), és kizárásos alapon a kiegyensúlyozatlanságot valószínűsíthetjük. Ha a gépről már vannak tapasztalatok, talán egy-két ellenőrző mérés is elég (például szennyezett, poros, technológiai gázokat szállító ventilátorok inkább kiegyensúlyozatlanná válnak egy idő után, semmint hogy egy addig szokatlan géphiba lépne fel). Ha már semmi más nem képzelhető el, próbaképpen egyensúlyozzuk ki a forgórészt. (A kiegyensúlyozás ugyanis a legkisebb anyag- és munkaidőráfordítással és minimális rizikóval megvalósítható „gépjavítás".) Jellemző a kiegyensúlyozatlanságra, hogy radiális irányú rezgéseket eredményez, amelyek a fordulatszám növelésével négyzetesen növekszenek. Axiális irányú rezgések viszont gyakorlatilag nem keletkeznek.

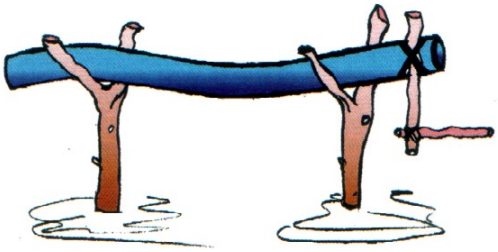
Rezonanciák Minden forgógépben, ha csetenként csak nagyon kis mértékben is, de üzemszerűen folyamatosan jelen vannak a természetes gerjesztések (például a kiegyensúlyozatlanság a fordulatszámon, az egytengelyűségi hiba a fordulatszám kétszeresén). Ha ezek közül valamelyik ugyanolyan vagy hasonló frekvenciájú, mint egy-egy gépelem rezonanciafrekvenciája, akkor – az érintett gépalkatrész merevségétől és tömegétől függően – a rezgés ebben a gépalkatrészben erősödik fel, tehát a gépelem berezonál. Lényegesen magasabb rezgésszint jelenik meg, mint abban az esetben, ha a rezonancia és a gerjesztés frekvenciája egymástól különböző lenne.



A rezonancia jelenlétének felderítéséhez mérni kell a rezgésszintet a csapágyra merőleges mindhárom irányban. Ha ezek közül található egy olyan, amely háromszor nagyobb a többinél, majdnem biztosak lehetünk benne, hogy rezonancia van jelen. (A rezonancia felerősíti a mechanikus erőhatást egy-egy irányban, és ezáltal keletkezik az erős – irányfüggő – rezgés.) Ha a gép fordulatszámának változtatása (ha ez egyáltalán lehetséges) erős rezgésszint-változásokat okoz, nemcsak bebizonyosodott a rezonancia jelenléte, hanem lehetőség van a rezonanciafrekvencia meghatározására is: annak a forgásfrekvenciának felel meg, amely mellett a rezgés a legerősebb.

Meglazult gépelemek, laza rögzítés Például egy csavaros összeköttetés mindkét oldalán elvégzett rezgésméréssel lehetővé válik az összeköttetésben lévő laza gépelemek megtalálása. Két, szorosan összekötött gépelemnek ugyanolyan rezgésszintet kell mutatnia az összeköttetés mindkét oldalán, így például az alapzatban rögzített csavaroknak ugyanolyan rezgésszinten kell lenniük, mint az alapnak, feltéve, hogy nem lazultak meg. (Még egy trükk az ellenőrzéshez – műszer nélkül: a szerelési hézagra helyezett ujjunk bőrét csípi a változó hézag, ha két elem rögzítése laza.)

Görbe tengely, tengelykapcsoló-hibák Ezeket a hibákat elsősorban arról lehet felismerni, hogy a nagy radiális rezgéseken túl érzékelhetően nagy axiális rezgéseket is okoznak. Ha mód van az axiális rezgés fázisszögének meghatározására, egyértelműen egy görbe tengelyre, illetve tengelykapcsoló-beállítási hibára utaló rezgéssel állunk szemben, ha a tengely, illetve tengelykapcsoló két végén lévő csapágyakon mért axiális rezgések fázisszöge 180°-ban különbözik egymástól. Jellemző még, hogy ez a fázisszög-különbség a fordulatszám változtatásával is ugyanakkora marad.



Gördülőcsapágy állapotának meghatározása rezgésgyorsulás-méréssel

Amikor a golyók és a görgők a csapágy belsejében forognak, szélessávú zaj és rezgés keletkezik. Ez a zaj és rezgés fokozódik a csapágy rossz kenése, például egytengelyűség-beállítási hiányosságok miatti túlterheltsége vagy a futófelületek, illetve a gördülőelemek felületein jelentkező hibák esetén. Mivel a csapágy által keltett (egyébként magas frekvenciájú) zaj és rezgés szélessávú, nehéz egy effektív értéket mérő műszer számára bármilyen konkrét frekvenciát vagy szűk frekvenciasávot definiálni, amellyel a csapágy állapota jellemezhető lenne. Ez leginkább azért is lehetetlen, mert a konkrét, úgynevezett csapágy-hibafrekvenciák egyebek között a csapágytípustól és a gép aktuális fordulatszámától függnek.

A CSAPÁGYÁLLAPOTRA JELLEMZŐ ÉRTÉKET EGYES ESETEKBEN MÁS MÓDSZEREKKEL ÉRDEMES ELLENŐRIZNI.

A gyakorlatban bevált a csapágyállapotot jellemző értéknek a 2 kHz és 10 (esetleg 20) kHz közötti frekvenciatartományban érvényes rezgésgyorsulás effektív értéke alapján történő meghatározása. Átlagos gépek kiegyensúlyozatlanságból vagy tengelybeállítási hibákból eredő rezgései biztosan a 2 kHz alatti frekvenciákon – tehát az alsó határfrekvencia alatt – találhatók. Így ezek nem befolyásolják a csapágyjellemző értéket. A felső határ – 10, illetve 20 kHz – kiválasztása pedig azon alapszik, hogy a legtöbb rezgésérzékelő felső határfrekvenciája – különleges rögzítési módszer nélkül – 7–10 kHz, és az érzékelő jele 20 kHz fölött már egyébként is meglehetősen kicsi.

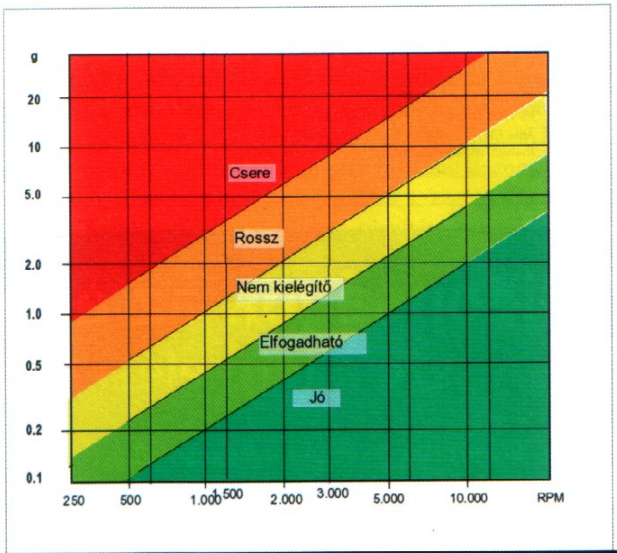
Mindenképpen ajánlatos olyan műszerrel dolgozni, amely a szélessávú rezgéssebesség és a magasfrekvenciájú rezgésgyorsulás effektív értékének mérésére is alkalmas. Így nemcsak a beállítási és kiegyensúlyozási problémák jelenléte, hanem a csapágyhibák is felfedezhetők. Sőt, eldönthető, hogy egy gép melyik csapágya szorul cserére, és melyik nem, valamint ellenőrizhető, hogy a csapágyszerelés kivitelezése hibátlan volt-e, és jó-e a csapágy kenése.

Csapágyállapot-jellemző értékelése

A csapágyállapot-jellemző érték az átlagolt rezgésgyorsulás-effektívértékek összege a 2–20 kHz közötti frekvenciatartományban található magasfrekvenciás rezgésekből. Ezt az átlagértéket g (gravitációs gyorsulás) egységekben szokás kijelezni. Tapasztalati grafikont mutat a 2 ábra.

Megjegyzendő, hogy más okokból (például folyadékzubogás miatt) is felléphetnek rezgések a 2–20 kHz-es frekvenciatartományban, amelyek miatt magas lesz a csapágyállapot-jellemző érték anélkül, hogy a csapágy sérült volna. Ugyanez az eset, ha fogaskerekű áttételeken vagy érintkezéses (súrlódásos) mechanikai megmunkálást végző berendezéseken mérünk, mivel ezek a gépek a működésük révén eleve 10–20 kHz közötti rezgéseket produkálnak. Magas csapágyállapot-jellemző érték akkor is keletkezhet, ha a csapágy (például egytengelyűség-beállítási hiányosságok miatt) csupán túlterhelt (tehát még komoly sérülésektől mentes) vagy a kenése nem megfelelő. Ezt érdemes frekvenciaanalízis- (spektrumanalízis-) alapú rezgésméréssel ellenőrizni.

Szélessávú rezgéssebesség-effektívértéket és magasfrekvenciás gyorsulásértéket mérő digitális kéziműszer 1



A csapágyállapot-érték alapján levonható következtetések 2

Gépállapot-figyelés trendkészítéssel

Az állapotfüggő gépkarbantartás megszervezéséhez a legértékesebb információ a gépállapot romlási sebessége, amelynek alapján megbecsülhető, hogy mikor és milyen beavatkozást kell elvégezni ahhoz, hogy a gép váratlan leállás (és fölösleges javítások) nélkül üzemeljen, de a meglévő kezdetleges hibákból eredő nagyobb károkat se szenvedjen el a karbantartásáig. Ehhez a géprezgések (a szélessávú rezgéssebesség-effektívérték és a magasfrekvenciás rezgésgyorsulás-érték) trendjét kell elkészíteni, amelynek emelkedési mértéke ad információt a várható időtartamokról. Ennek módszere lesz a következő írásunk témája.

Rahne Eric

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