Tűzoltás és nagyjavítás helyett

Állapotfüggő karbantartás rezgésdiagnosztikával (V.)

Műszaki diagnosztikai sorozatunkat a rezgésérzékelők helyes alkalmazását segítő útmutatót követően a mért rezgésadatok értelmezésével, elemzésével folytatjuk. Terítékre kerül a rezgéssebesség effektív értékének mérése és az effektív érték meghatározásával detektálható gépihibák, majd a gördülőcsapágy állapotának meghatározása rezgésgyorsulás-méréssel.

A REZGÉSÉRZÉKELŐK helyes alkalmazásának az előző folytatásban megkezdett taglalásához hozzáfűzzük, hogy nem meglepő az a tény, hogy még tartómágnes használata esetén is csak igen korlátozott frekvenciatartományban mérhetünk, végtére is csupán a tartómágnes ereje biztosítja a rezgések átvételét. Hátrányos, hogy a nagyobb tapadás elérése érdekében minél nagyobb mágnest kellene használni, a mágnes és az érzékelő viszont egy testként viselkedik, amely növekvő súlyánál fogva egyre kevésbé hajlandó a magas frekvenciájú rezgések követésére. Általában elmondhatjuk, hogy arányos méretű mágnes használata és megfelelő mérési felület (sík, tiszta, festetlen) biztosítása mellett akár 8–10 kHz-ig is mérhetünk.

Ha e frekvenciahatáron túl is szeretnénk rezgéseket mérni, kénytelenek vagyunk egészen más rögzítési technológiákat alkalmazni. Ha egy alátétlemezt ragasztunk a mérendő felületre, amelyre az érzékelőt csavarosan rögzítjük, megfelelő ragasztó mellett akár 20 kHz-ig is mérhetünk. Körülbelül 30 kHz-ig bővül a mérhető frekvenciatartomány, ha az érzékelő közvetlen felragasztása mellett döntünk. (Természetesen e frekvenciákig megfelelő magas frekvenciatartományú érzékelők alkalmazandók.) Ha pedig egészen 40 kHz-ig kívánunk mérni, már csak egy megoldás lehetséges: az érzékelőt közvetlenül a mérendő felületre (sík, tiszta, festetlen) kell felszerelni. A rezgésátvitelt pedig azzal kell segítenünk, hogy az érzékelő és a mérési felület közé viaszt teszünk.

Megjegyzendő, hogy egyes esetekben további problémákkal is szembe kell néznünk. Egyrészt az érzékelő (és a tapintótüske, illetve tartómágnes) súlya befolyásolhatja a mért értéket. Jó ökölszabály, hogy csak fenntartással fogadjuk el azokat a mérési eredményeket, amelyeket az érzékelő összsúlyának (tehát mágnessel, illetve tapintótüskével együtt) 10-szeresénél könnyebb gépelemeken mértünk. Másrészt minden szerelési technológia felső frekvenciahatáránál föllép egy úgynevezett csatolási rezonancia. Pont e miatt fordulhat elő tapintótüskével történő mérések esetén a körülbelül 3 kHz-es, mágneses rögzítés esetén pedig a nagyjából 10 kHz-es rezgések rezonanciakénti felerősítése. Ennek következménye pedig teljesen irreális mérési eredményekben mutatkozik meg. Összességében elmondhatjuk, hogy az érzékelő csatolásának gondosságától sokkal inkább függ a mérésünk sikere, mint az érzékelő vagy a műszer képességeitől.

Rezgésadatok értelmezése, analízise

Ha kifejezetten egyszerűen kezelhető, könnyen értelmezhető forgógép-állapotjellemzőt szolgáltató mérési eljárásra van szükség, akkor a megfelelő módszer a rezgéssebesség effektív értékének mérése (másként szélessávú rezgésmérés vagy rezgésszintmérés). A szélessávú rezgésmérést szolgáló kéziműszerek a rezgéssebesség effektív értékét (angolul RMS, a rezgéskomponensek négyzetes átlaga) mérik. Ha például a rezgés egyszerre származik kiegyensúlyozatlanságból (4 mm/s), tengelybeállítási hibából (2 mm/s) és a fogaskerék-áttételből (5 mm/s), a rezgés eredője – tehát a készülékkel mért effektív érték – 6,7 mm/s lesz.

A szokásos frekvenciatartomány általában 10-től 1000 Hz-igterjed. E tartományok átölelik a leggyakoribb frekvenciákat, amelyek a forgógépek mechanikus problémáinak többségére jellemzők. Kitűnően észrevehető például a kiegyensúlyozatlanság, a mechanikai lazaság, a rezonancia, valamint a tengelyek és áttételek beállítási hibáinak jelenléte. Hogy melyik van jelen, illetve melyik dominál, arról viszont nincs információ.

$$\text{Rezgés effektív értéke} = \sqrt{4^2 + 2^2 + 5^2} = 6{,}7\ mm/s$$

A korábban említett típusú kéziműszerek alkalmazása különböző rezgésértékelő szabványok javaslatainak megfelelően forgógépek csapágyain (illetve ezeknek a burkolatain) történő mérésekhez ajánlott. A tapasztalattal nem rendelkező felhasználónak a mérési eredmények értékeléséhez javasolt az ISO 10816-3 szabvány alapul vétele, természetesen nem „gondolkodás nélkül". Előfordulnak a szabványnál szigorúbb előírásokat megkövetelő technológiák és a szabványnál magasabb rezgésértékeket megengedő esetek is.

Az ISO 10816-3 által javasolt rezgésszint-határértékek (kivonat)

Effektív rezgéssebesség mm/s	1-es és 3-as osztály		2-es és 4-es osztály	
	merev alap	rugalmas alap	merev alap	rugalmas alap
1,4-ig	JÓ	JÓ	JÓ	JÓ
1,4–2,3	ELFOGADHATÓ		ELFOGADHATÓ	
2,3–2,8			NEM KIELÉGÍTŐ	ELFOGADHATÓ
2,8–3,5	NEM KIELÉGÍTŐ	ELFOGADHATÓ		
3,5–4,5			ELFOGADHATATLAN	NEM KIELÉGÍTŐ
4,5–7,1	ELFOGADHATATLAN	NEM KIELÉGÍTŐ		
7,1–11,0				
11,0-ből		ELFOGADHATATLAN		ELFOGADHATATLAN

Besorolás szabvány szerint

A szabványok általában a rezgéssebesség mérésén alapulnak mm/s effektív értékben (RMS-ben) kifejezve. A mérési eredmény jobb érthetőségét segíti, hogy a leolvasott értéket az oda-vissza mozgás átlagsebességeként értelmezzük. A rezgéssebesség effektív értéke tükrözi legjobban a nemkívánatos jelenségek, „rontó energiák" jelenlétének mértékét. Ezek mindenütt, ahol mérhetők, kopást és anyagkifáradást okoznak a gép szerkezetében.

Az ISO 10816-3 szabvány osztályokba sorolja a gépeket, valamint különbséget tesz rugalmasan és mereven szerelt gépek között is. Az utóbbi megfelel a gépek rezonanciafrekvenciáinak és alapfordulatszámának viszonya szerinti osztályozásnak. Például egy gumialátéttel vagy rugóval – tehát rugalmasan – szerelt gép gyakran alacsony fordulatszámokon mutat rezonanciákat, a gép már igen kis fordulatszámon is nagy lengéseket végez. Ha a fordulatszám meghaladja a kritikus rezonanciafrekvenciákat, a rezgésszint csökken. Mereven szerelt gépek esetén nem beszélhetünk ilyen jelenségről. A korszerű gépek nagy fordulatszámon dolgoznak és viszonylag rugalmas csapágyakkal, perifériákkal és alapzattal rendelkeznek. Ezért ezek rugalmasan szereltként kezelhetők akkor is, ha nincsenek gumialátéttel vagy rugóval rögzítve. Ez esetekben az ISO 10816-3 szabvány valamivel magasabb rezgésszinteket enged meg a merev rögzítéshez képest.

A szabványok 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!

Rezgésszintek értelmezése

A következő felsorolás rugalmas gépekre vonatkozó – a fenti szabvány(ok)hoz hasonló – tapasztalati határértékeket és a rezgésszintek egyszerűsített magyarázatait tartalmazza. Ez a lista első megközelítésként használható, ha olyan gépet kell felmérni, amelyet újonnan állítottak üzembe, illetve csak rövid ideig üzemelt. A felsorolt értékek mm/s egységekben vannak megadva. Dugattyús gépekre (például kompresszorok, robbanómotorok) és állandó mechanikai „súrlódással", illetve „ütéssel" működő gépekre (például darálók) a rezgésszint-határértékek nem alkalmazható.

- **0–3** Kicsi rezgések. Nincs vagy csak nagyon kis mértékű csapágyterhelés. Többnyire alacsony zajszint.
- **3–7** Észrevehető rezgésszintek, gyakran egy-egy specifikus alkatrészre vagy gépirányra koncentrálódnak. Észrevehető csapágyterhelés. Tömítési problémák például szivattyúk esetén. Megnövekedett zajszint. Javasolt az okát kideríteni, a beavatkozást a legközelebbi időszakos leállításra célszerű tervezni. Felügyelet alatt kell tartani a gépet, és rövidebb időszakonként mérni kell a rezgésszintet a romlás mielőbbi észlelése érdekében. Ajánlatos a rezgést összevetni más működési paraméterekkel.
- **7–18** Nagy rezgések. A csapágyak forrók. A csapágytúlterhelés gyakori cserét von maga után. A tömítések rosszak, elképzelhetők különféle lékek. Tengelyek és alapzatok törnek. Magas zajszint. Mielőbbi beavatkozás szükséges, mindent meg kell tenni az ok kiderítésére. Nagyon gyorsan lehasználódik a berendezés.
- **18 felett** Nagyon erős rezgések és nagyon erős zaj. Ez nem egyeztethető össze a gép biztonságos működtetésével. Nincs ismert gép, amely ezt a rezgésszintet belső vagy külső tönkremenetel nélkül kibírná. Le kell állítani a gépet, ha műszakilag vagy gazdaságilag az üzem leállási költségei igazolhatók, más esetben az üzemidőt az abszolút minimumra kell csökkenteni.

Rahne Eric

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