

# Tűzoltás és nagyjavítás helyett

Állapotfüggő karbantartás rezgésdiagnosztikával (VII.)

**Az állapotfüggő gépkarbantartáshoz a legértékesebb információt a gépállapot romlási sebessége adja. Hogy ennek birtokába jussunk, el kell készíteni a géprezgések trendjét, amelynek emelkedési mértéke ad információt a várható időtartamokról. A rezgések spektrumanalízise révén az egyes gépelemek hibái deríthetők fel pontosan, és eldönthető, hogy beállítási vagy kiegyensúlyozási hiba van-e jelen.**

➤ **AZ ÁLLAPOTFÜGGŐ** gépkarbantartás megszervezéséhez alapvető információ a gépállapot romlási sebessége, amelynek alapján megbecsülhető, hogy mikor és milyen beavatkozást kell elvégezni ahhoz, hogy a gép váratlan leállás (és ami ugyancsak nagyon fontos, fölösleges javítások) nélkül üzemeljen, de a meglévő kezdetleges hibákból eredő nagyobb károkat se szenvedjen el a következő karbantartásáig. Ehhez a géprezgések (a szélessávú rezgésesség-effektívérték és a magasfrekvenciás rezgésgyorsulás-érték) trendjét kell elkészíteni, amelynek emelkedési mértékéből leolvashatók a várható időtartamok.

**TRENDKÉSZÍTÉSSEL  
A FELESLEGES JAVÍTÁSOK  
ÉS A VÁRATLAN GÉP-  
LEÁLLÁSOK EGYARÁNT  
ELKERÜLHETŐVÉ VÁLNAK.**

## Gépállapot-figyelés trendkészítéssel

Az elméletben leírt eljárás gyakorlati módszere nagyon egyszerű: rendszeres időközönként újra kell mérni a gépek rezgéseit (ugyanazokon a helyeken, ugyanabban az irányban és lehetőleg ugyanazzal a mérőeszközzel), és mindegyik mérőpontra vonatkozó adatot grafikusan ki kell értékelni az idő függvényében. A mindenkorra gépre (akár minden mérőpontjára és irányra, valamint mindkét említett rezgésparaméterre) értelmezhető határértékek figyelembevételével megbecsülhető, hogy változatlan terhelés és egyéb körülmények között gépünk rezgései mikor érik el a határ(oka)t, tehát legkésőbb mikor kell beavatkozni.

Sok kis és közepes méretű cégnél a gépek nagyobb száma miatt nem ajánlatos „papírral és ceruzával” végigjárni a berendezéseket, és egyenként feljegyezni, hogy melyik gép rezgése milyen szinten van, és utána minderről külön-külön grafikákat készíteni, vagy az adatokat egyenként számítógépre vinni. Sokkal inkább egy olyan mérőeszközt érdemes beruházni, amely képes a rezgésesség effektív értékének mérésére és több gép adatainak tárolására, valamint ezeknek átküldésére számítógépre.

Míg az ezekhez szükséges műszerek is viszonylag kedvezően beszerezhetők, az alkalmazásukból származó haszon többszörösére nő: időben tervezhetővé válik a karbantartás. Mivel tudjuk, hogy meddig kell a beállításkorrekciót, illetve a kiegyensúlyozást vagy a csapágycserét elvégeznünk, a felesleges javítások és a váratlan gépleállások egyaránt elkerülhetővé válnak.

## Rezgéstrendek korrekt felvétele

Ahhoz, hogy a karbantartás sürgősségét jelző trendek valóban használhatók legyenek a beavatkozás idejének becslésére, az előzőekben említettek túl a következő mérési szabályokat is be kell tartani:

➤ A mérési adatok összehasonlíthatósága érdekében mindig ugyanazokon a helyeken, ugyanazokban az irányokban és ugyanazzal az érzékelőcsatlóval (lehetőleg mindig ugyanazzal a tartómágnissal vagy csavaros rögzítéssel) kell az adatokat rögzíteni. ➤ Az adatok tárolásával összefüggésben lehetőleg stabil értékek rögzítésére kell törekedni (bár a változó rezgésszint is valóságos információt tartalmazhat a rezgés forrására vonatkozóan). ➤ Ezen túl nagyon fontos, hogy a trendek készítéséhez csak azonos mérési körülmények mel-

lett rögzített adatok kerüljenek felhasználásra: a gépek fordulatszáma és terhelése minden egyes mérés esetén ugyanannyi legyen, mint az előző mérésnél.

A rezgéseket (a gép folyamatos használata mellett) rendszeres időközönként újra meg kell mérni, aminek gyakorisága attól függ, hogy milyen intenzitású a géphasználat, és milyen sűrűn kell javításokat, beállításokat végrehajtani a gép megfelelő működéséhez. Általános ökölszabályként elfogadott, hogy két javítás között legalább öt mérés legyen, hogy a trend kellő információt tudjon nyújtani a szükséges javítás időpontjára vonatkozóan. Később ez az időtartam az újabb tapasztalatok szerint módosítható.

Minden egyes karbantartási tevékenységet, minden alkatrészcsere, javítást vagy állítást (tengelybeállítás, szíjbeállítás, kiegyensúlyozás), valamint a szokatlanul hosszú állásidőket, a normálistól nagyban eltérő, attól nagyobb vagy kisebb terheléseket, illetve fordulatszámokat is dokumentálni kell. Enélkül a trendek nem értékelhetők ki egyértelműen. Érdemes megfogadni azt a tanácsot, hogy a rezgésvizsgálatok során az új, illetve felújított (vagy akár jónak tartott használt) gépek rezgéseit referenciaként érdemes rögzíteni. Ez nagymértékben megkönnyíti a trendek értelmezését.

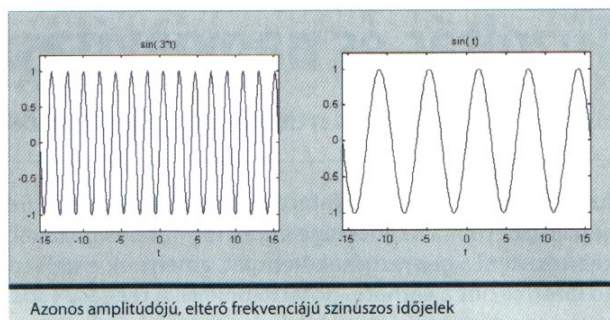
## A REZGÉSEK SPEKTRUMANALÍZISE RÉVÉN AZ EGYES GÉPELEMEK HIBÁI PONTOSAN FELDERÍTHETŐK, ÉS ELDÖNTHETŐ, Milyen TÍPUSÚ HIBA VAN JELEN.

### Spektrumanalízis, avagy a rezgések frekvenciaanalízise

A rezgések spektrum-, illetve frekvenciaanalízise nemcsak egyszerűen divat a műszaki életben, hanem a jelenleg leghatékonyabb gépállapotfelmérő eszköz, feltéve, hogy szakértelemmel „olvassák” a benne rejlő információkat. Itt kell megjegyeznünk, hogy amíg az eddig bemutatott gépállapot-felmérő és -figyelő



1 Adatgyűjtő kéziműszer többparaméteres trendkészítő és határérték-figyelő PC-szoftverrel

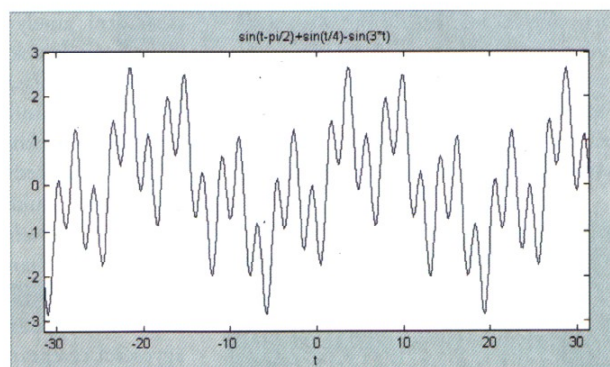


Azonos amplitúdójú, eltérő frekvenciájú szinuszos időjelek

2

technikákhoz nem kell különlegesen képzett szakembert „csatorba állítani”, a spektrumanalízis csak megfelelő képzéssel és tapasztalattal alkalmazható eredményesen.

A spektrumanalízis alapja a következő gondolatmenet: minden gép, illetve gépkatrész (tengely, burkolat, tartóelem, csapág, tárcsa stb.) mint „merev” 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 alternáló erők hatá-



Egy géprezgés időjele (ventilátor csapágyházán mért időjel)

3

sára). A felvett rezgésjel spektrumanalízisével „láthatóvá” válik, hogy milyen frekvenciájú rezgések vannak jelen. A rezgésfrekvenciák viszont hozzárendelhetők bizonyos gépkatrészekhez és tipikus géphibákhoz (természetesen az aktuális gépforgulatszám figyelembe vétele mellett).

A rezgések spektrumanalízise révén az egyes gépelemek hibái pontosan felderíthetők, és eldönthető, hogy beállítási vagy kiegyensúlyozási hiba van-e jelen. Ez a módszer például csapágyhiba esetén képes arra, hogy külön kimutassa a belső, illetve a külső gyűrű vagy a kosár sérülését. Villanymotorok elektromos paramétereinek mérésével akár villamos hibák (például aszinkron motor forgórészrúd-jainak törése) is felderíthetők.

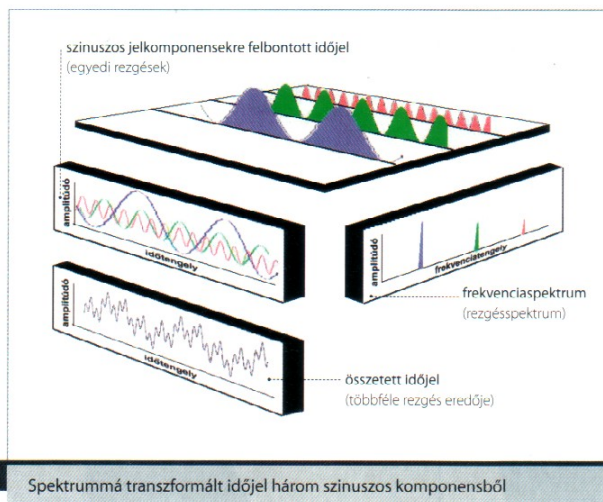
A géprezgések spektrumanalízisének elvégzésével már a javítások előtt pontosan tudni lehet, hogy mit kell tenni. Sőt, nagyon gyorsan és pontosan ellenőrizhető a javítások sikeressége is a javítás előtt és az újbóli beüzemeléskor végzett mérések spektrumainak összehasonlításával. Az így javított és ellenőrzött gépek megbízhatósága nagymértékben nő, csökkenő karbantartási költségek mellett. A továbbiakban belekezdünk azoknak a fizikai alapoknak az áttekintésébe, amelyek a spektrumanalízis háttéréül szolgálnak.

## A frekvencia definíciója

Mindennapi életünkben a frekvenciával a hangok magasságával kapcsolatban, a zenelejátszók minőségi jellemzőjeként, a televízió képfrissítési gyakoriságának mértékeként vagy például a villamos hálózat feszültségének periodicitásával kapcsolatosan találkozunk. A frekvencia minden esetben egy periodikus jelenség egységnyi idő alatt lezajló ismétlődésének számát jelenti. A géprezgésekre vonatkozóan is értelmezhető ugyanez, hiszen alternáló – periodikus – mozgásokról van szó: a frekvencia az időegységenként lezajló teljes periódusú (oda-vissza) rezgőmozgások számát fejezi ki. Természetesen ez csak akkor igaz, ha a szóban forgó rezgés tisztán szinuszos alakú. Példaképpen két olyan időjel látható 2. ábránkon, amelyek amplitúdója egyforma, alakja szinuszos, frekvenciája viszont eltérő.

## GYORSAN ELLENŐRIZHETŐ A JAVÍTÁSOK SIKERESSÉGE.

A gyakorlatban mérhető géprezgések – természetüknél fogva – összetett jellegűek, mivel a mérőhelyen (például csapágyházon) a kiegyensúlyozatlanságból, a helytelen tengelybeállításból, a csapágyhibából és számos más okból származó – más-más frekvenciájú és amplitúdójú – rezgések egyszerre vannak jelen. Ha kíváncsiak vagyunk a mért jelben előforduló frekvenciákra, kénytelenek vagyunk a jelet elemi szinuszos alkotóelemeire (alaprezgéseire) felbontani – tehát frekvenciaanalízist (más néven spektrumanalízist) végezni.



4

Spektrumra transzformált időjel három szinuszos komponensből

Nézzünk egy géprezgésidőjelet, ahogyan azt például azt egy ventilátor csapágyházán mérhetjük 3. Ezt az időjelet elemi szinuszos komponensekre bontjuk szét, és az időtartomány helyett a frekvenciatartományban frekvenciaspektrumként (más néven rezgésspektrumként) jelenítjük meg a 4. ábrán illusztrált módon. Matematikailag a grafikonon bemutatott eredményt a gyors Fourier-transzformáció (angolul Fast Fourier Transformation vagy rövidítve FFT) alkalmazásával érjük el.

Rahne Eric