

Tűzoltás és nagyjavítás helyett

Állapotfüggő karbantartás rezgésdiagnosztikával (XIX.)

A villamos forgógépek felépítéséből és működéséből adódik, hogy esetükben nemcsak a hajtott forgógépeknél fellépő gépészeti (mechanikai) erőhatások és az abból adódó rezgések fordulnak elő, hanem az elektromágneses terekből eredő erőhatások az egyes gépelemek időben és irányban változó igénybevételét – és ezáltal mechanikai deformációját – is okozhatják. Cikkünkben folytatjuk a forgórészhibák miatt fellépő rezgések vizsgálatát, majd áttérünk az állórész hibáinak taglalására.

➤ A FORGÓRÉSZ ELEKTROMÁGNESES terének excentricitása a forgórész excentrikus geometriája, illetve törött rudak vagy kalickák miatt keletkezhet. A következőkben csak a forgórész geometriai hibája miatt előforduló jelenségekkel foglalkozunk (a törött rudakat vagy kalickákat sorozatunk előző részében már tárgyaltuk). A forgórész geometriai excentricitása gyártási pontatlanságok, illetve üzem közbeni – többnyire termikus – hatások következménye lehet. Mivel általában a gyártási folyamatok végén történik a forgórészek kiegyensúlyozása, ilyen esetekben nem észlelhető a forgórész excentricitása által okozott mechanikus (statikus és dinamikus) kiegyensúlyozatlanság, hiszen ezt kiegyenlítették. Üzem közbeni alakváltozások – például termikus deformációk – viszont kiegyensúlyozatlanságot okozhatnak, amely azonnal észrevehető a kiegyensúlyozatlanságra jellemző forgásfrekvenciájú rezgéscsúcs révén.

Forgórész excentricitása

A forgórész geometriai excentricitása minden esetben változó légrésekkel jár együtt (a legkisebb és legnagyobb légrés a forgórészrel együtt körbe forog az állórészben). Ez mindenképpen rezgéseket kelt és az elektromágneses térerő periodikus változásait okozza. Forgórész-excentricitás esetén megnövekedett rezgésamplitúdók figyelhetők meg a hálózati frekvencia kétszeresén (és ennek többszörösein), de akár ma-

gán a hálózati frekvencián is. Továbbá a rúdfrekvencia körül kétszeres hálózati frekvenciájú oldalsávú rezgések fordulnak elő, valamint pólusmodulációs frekvenciájú oldalsávok a hálózati frekvencia kétszerese körül. Maga a pólusmodulációs frekvencia is jelentkezik alacsonyfrekvenciás rezgésként.

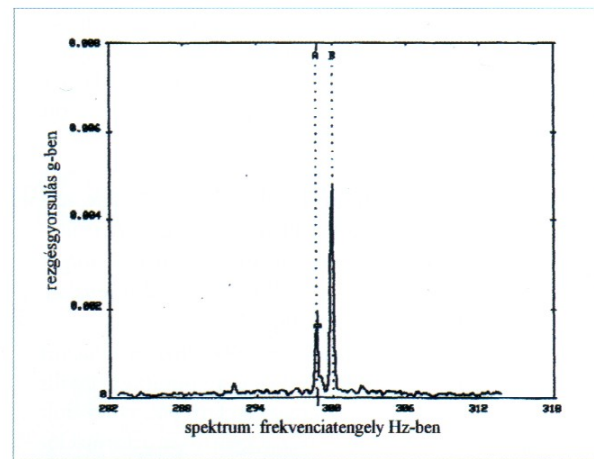
Megjegyzendő, hogy excentrikus forgórészek alakulhatnak ki például termikus deformációk miatt is. Ilyenkor megfigyelhető, hogy a forgásfrekvenciájú rezgéskomponens

A FORGÓRÉS ZÖRÉSEINEK FELDERÍTÉSÉRE AZ ALACSONYFREKVENCIÁS TARTOMÁNYBAN VÉGZETT ÁRAMFELVÉTEL FÁZISONKÉNTI VIZSGÁLATA SZOLGÁL.

az üzemidővel (a motor felmelegedésével) együtt folyamatosan nő. Emellett a görbe tengelyre jellemző rezgésjelenségek (kiegyensúlyozatlanságra utaló forgásfrekvenciájú – stabil fázisszögű – radiális rezgések, valamint 180° fáziskülönbséget mutató axiális rezgések) is fellépnek, egyre erősödve. Hibás tengelybeállítású vagy „puha” lábú motorok esetén változó légrés alakulhat ki, amely hasonlóan mutatkozik meg, mint a forgórész excentricitása.



Nagyfeszültségű aszinkron villanymotor állórésze

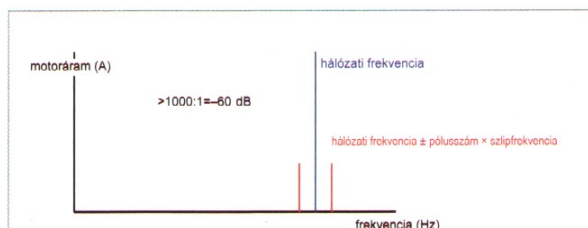


Tipikus frekvenciaspektrum hálózati felharmonikkal

Rezgések állórészhibák esetén

Az aszinkron villanymotorok állórésze tulajdonképpen a pólusok körül elhelyezett, fázisonként legalább egy-egy tekercsből, az állórészhornyokból és a lemezkötegből áll. Az alkalmazás követelményei alapján a konstrukciós megoldások nagyban eltérnek egymástól. A leggyakoribb hiba a tekercsek rövidzárlata (szigetelési problémák), az állórész excentricitása, a tekercsek törése (szakadása), valamint a laza lemezköteg, illetve kötegrész.

A tekercsek és egyéb alkatrészek közötti rövidzárlatok, illetve a tekercsek törései (szakadásai) elsősorban öregedés, üzemi rezgésterhelés, egyéb dinamikus igénybevétel, illetve villamos vagy



Forgórészrúdtörés azonosítása a motoráram, illetve az alacsony frekvenciás elektromágneses tér spektrumában

A forgórész elektromágneses excentricitásáról

A német VDI 3839 szabvány szerint: Egy excentrikusan az állórészbe helyezett centrikus forgórész nem gerjeszt rezgéseket. Excentrikusan felépített forgórészek centrikus elhelyezéssel is kiegyensúlyozatlanságra jellemző rezgéseket, valamint a kétszeres szlipfrekvencia és a hálózati frekvencia szorzatának megfelelő frekvenciájú amplitúdómodulációkat okoznak.

Az állórész áramaiban is fellép lebegés, amelynek frekvenciája egyenlő a kétszeres szlipfrekvencia és a hálózati frekvencia szorzatával. Ez analóg árammérőknél a mutató periodikus elmozdulásán ismerhető fel, és oscilloszkópokkal jól megjeleníthető.

Ha a motor rezgései amplitúdómodulációt mutatnak, és annak mértéke nem függ a terheléstől, nagy valószínűséggel forgórész-excentricitás van jelen. (Ha ez a moduláció a terheléstől függ, nagy biztonsággal törött forgórészrudakra következtethetünk.)

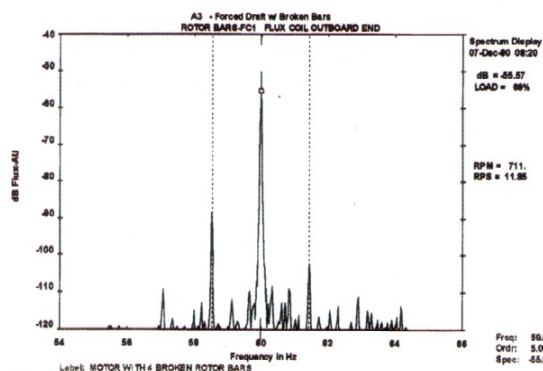
A CSI Pocked Vibration Troubleshooter's Guide szerint: Az alacsony frekvenciájú modulációt mutató időjelek excentrikus elektromágneses teret okozó forgórészproblémákra utalnak. A hálózati frekvenciájú rezgések meghajlott vagy excentrikus forgórészre jellemzők.

Kis amplitúdójú axiális rezgések enyhén elhajlott forgórész esetén lépnek fel. Nagy amplitúdójú axiális rezgések az ideális elektromágneses térből kimozdult forgórészre, illetve a forgórész excentrikus deformációjára engednek következtetni.

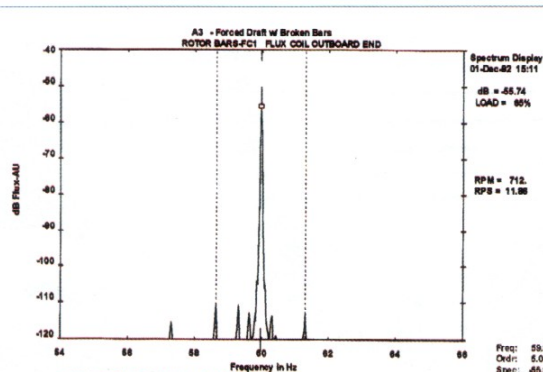
termikus túlterhelés miatt fordulhatnak elő. Megfigyelhetünk rövidzárlatokat > egy póluspáron belül > különböző póluspárok között > valamint a pólusok és a lemezköteg között.

Az állórész elektromágneses terének excentricitása az állórész tekercseiben, illetve a térbeli elhelyezésüknél előforduló geometriai hibák, anyagminőségi problémák (inhomogenitások), valamint az állórész mechanikai vagy termikus deformációja (ez eredményezi a kerület mentén eltérő légrésméreteket) miatt adódhat. Az állórész elektromágneses excentricitása gyártási pontatlanságok vagy üzem közbeni meghibásodások (például termikus hatások, rezgésterhelés) következménye lehet. Állórészhiba esetén fellépő rezgések esetében a nagy amplitúdójú radiális rezgések a kétszeres hálózati frekvencián excentricitásra, kiegyenlíthetetlen fázisokra, zárlatos tekercsekre, illetve meglazult vasmagra utalnak. Az axiális rezgés általában kicsi, kivéve, ha forgórészproblémák is jelen vannak. Ezenfelül pólusmodulációs frekvenciájú oldalsávok jelentkeznek a forgásfrekvencia és többszörösei körül.

Ide tartozó megjegyzés, hogy meghajlott alapok, illetve „puha” lábbal felállított motorok esetén a kerület mentén gyakran eltérő légrésméreteket lehet találni. Így az állórész excentricitásából adódó hibajelenségek is kialakulnak. Valamint hibás tengelybeállítás vagy labilisan („puha”) lábazattal felállított motoroknál a kétszeres hálózati frekvencián szintén kiugró értékeket mutató rezgések léphetnek fel.



a)



b)

Forgórészrudak töréseinek felismerése az elektromágneses tér külső fluxusméréssel nyert alacsony frekvenciás spektrumában
a) négy törött forgórészrúd b) javított állapot

Amplitúdóarány a hálózati frekvencia és pólusmodulációs frekvenciájú oldalsávjai között

Értékelés	Arány (áram)	Megjegyzés
kiváló	>60 dB	
jó	54–60 dB	
elfogadható	48–54 dB	trendfigyelés ajánlott
figyelmeztetés	42–48 dB	sérült forgórészrúd vagy nagy ellenállású kontaktus
riasztás I.	36–42 dB	törött forgórészrúd vagy több nagy ellenállású kontaktus
riasztás II.	30–36 dB	sok törött forgórészrúd-, kalicka- vagy kontaktushiba
üzemzavar	<30 dB	súlyos hibák (többféle is egyszerre)

Forrás: Technical Associates of Charlotte

Értékelés	Arány (áram, illetve fluxus)	Arány (Mitchell- áram)
rendben	>54 dB	>45 dB
figyelmeztetés	54–45 dB	
riasztás	45–40 dB	35–45 dB
üzemzavar	<40 dB	<35 dB

Forrás: CSI

Rúdtörések diagnosztizálása villamos jelenségekkel

A leggyakrabban alkalmazott módszer a forgórész rúdjai, gyűrűi vagy kalickái töréseinek felderítésére az alacsony frekvenciás tartományban végzett áramfelvétel fázisonkénti vizsgálata. Az amerikai CSI cég a lakatfogóval történő áramspektrum-felvétel mellett a hordozható fluxustekercs alkalmazásával rögzíthető mágnesestérerősség-spektrumok kiértékelését ajánlja. Azokban az esetekben, amikor az áramfelvétel mérése lehetetlen vagy veszélyes, a fluxusmérés-alapú spektrumanalízis jelenti az egyetlen megoldást az elektromágneses jelenségek rögzítésére.

Az áramfelvétel fázisonkénti vizsgálatához külön-külön mindegyik fázis áramát árammérő lakatfogó alkalmazásával kell megmérni. A hálózati frekvencia körüli tartományról minél nagyobb felbontású frekvenciaanalízis készítenendő. Az így nyert áramspektrumban a hálózati frekvencia és a pólusmodulációs frekvenciájú oldalsávjai között megfigyelhető amplitúdóarány nyújt információt a hibadetektáláshoz. Ez az arány jellemzi az elektromágneses tér fordulatonkénti pulzálásának mértékét. Az irodalomban a hálózati frekvencia és a pólusmodulációs frekvenciájú oldalsávok között megfigyelhető amplitúdóarányra a táblázatunkban szereplő határértékek találhatók.

Rahne Eric



HATÉKONYSÁGMUTATÓ

Anyagfelhasználás	●	Energiaigény	●
Üzemfenntartás	●	Kezelhetőség	●
Időráfordítás	●	Élettartam	●



pim@pim-kft.hu

www.pim-kft.hu, www.gepszakerto.hu