Aszinkron villanymotorok hibáinak diagnosztizálása

Rahne Eric, okl. villamosmérnök, PIM Professzionális Ipari Méréstechnika Kft.

Bevezetés

Mechanikus rendszerként a villamos forgógépek ugyanazokkal a módszerekkel vizsgálhatók, mint bármilyen más forgógép, de a villamos forgógépek felépítéséből és működéséből adódik, hogy esetükben nemcsak a hajtott forgógépeknél fellépő gépészeti (mechanikai) erőhatások és az ebből eredő rezgések fordulnak elő. A villamos forgógépekben történő elektromechanikai energiaátalakítás elektromágneses terek közvetítésével megy végbe. A keletkező erőhatások nemcsak a kívánt forgatónyomatékot eredményezik, hanem az egyes gépelemek időben és irányban változó igénybevételét - és mechanikai deformációját - is okozzák.

Ha a villamos forgógép valamelyik elektromos eleme villamos szempontból megsérül, akkor ez egyenlőtlen eloszlású elektromágneses tér kialakulásához vezet. Ennek következményeképpen az egyes gépelemek nagyobb, aszimmetrikus, illetve időben erősen változó mechanikus terhelésére kell számítani. Ilyenkor a motorok esetében nagyobb villamosenergia-felvétel mellett kisebb mechanikus teljesítmény nyerhető, a generátoroknál csökken a leadott villamos energia ugyanakkorra mechanikus energiával történő hajtás mellett. A hatásfok csökkenését kísérő nagyobb veszteségek hővé alakulnak át, és így az alkatrészek termikus terhelése is fokozódik.

A villanymotorokkal kapcsolatos villamos és mechanikai jelenségek

Az aszinkron motorok állórészének pólusai mindig párosan vannak elhelyezve, hogy a mágneses tér erővonalai átmenjenek a forgórészen. Egyébként nem lenne indukció, így nem lenne erőhatás sem és végül forgatónyomaték sem. Mellesleg a páros elrendezésnek köszönhetően - hengerszimmetrikus álló- és forgórészt, valamint a forgórésznek az állórész közepén való tökéletes elhelyezését feltételezve - a radiális (rezgést keltő) erők pont kiegyenlítik egymást. Mivel a mágneses kölcsönhatás erősen függ a forgó- és állórész közötti légréstől, nyilvánvaló, hogy egy nem a mágneses tér közepén elhelyezkedő forgórész esetén egyenlőtlen radiális erők keletkeznek.

A villanymotor forgórésze általában nem homogén test - pl. az indukciós motorokat (aszinkron motorok) beépített áramvezetőkkel (forgórészrudak) szerelik fel. Ezek döntő fontosságúak a kívánt elektromágneses kölcsönhatás kialakulásában: a forgórész forgása során a forgórészrudak elhaladnak az állórész pólusai előtt. Eközben feszültség indukálódik a rudakban, ezért áram folyik bennük, amely elektromágneses teret hoz létre körülöttük. Az egyes forgórészrudak körül fellépő tér és az állórész forgó elektromágneses terének kölcsönhatásából létre jön a villanymotor forgatónyomatéka.

Villanymotor hibáinak diagnosztizálása villamos paraméterek és rezgés mérése alapján

Fentiek alapján nyilvánvaló, hogy bármilyen villamos hiba esetén aszimetrikus (kiegyenlítetlen) ill. periodikus erők lépnek fel, ezek rezgésként a motoron érzékelhetők. A hibák okozta rezgésjelenségek összefüggésének ismeretében diagnosztizálhatóak tehát nemcsak a villanymotor mechanikus hibái, hanem a villamos problémái is. Ugyanakkor hibadiagnosztikához használható a villamos paraméterek üzem közbeni mérése is, aminek egyik leggyakorlatiasabb alkalmazása a forgórészrúd törésének kiderítése.

A forgórész rúdjai, gyűrűi vagy kalickái törésének felderítésére leggyakrabban alkalmazott módszer a kisfrekvenciás tartományban végzett áramfelvétel fázisonkénti vizsgálata. Ehhez külön-külön mindegyik fázis áramát árammérő lakatfogó alkalmazásával kell megmérni. Az így nyert áramspektrumokban a hálózati frekvencia és annak pólusmodulációs frekvenciájú oldalsávjai között megfigyelhető amplitúdóarány nyújt információt a hibadetektáláshoz.

Csapágykárosodás kúszó áramok (pl. statikus feltöltődés) miatt

Elsősorban a villanymotorok forgórészei hajlamosak normális üzem közben elektrosztatikus feltöltődésre. Annak ellenére, hogy ez a jelenség már régóta ismert, gyakran túl kevés figyelmet szentelnek neki. A villamos kisülés vagy átmeneti ill. kúszó áramok miatt bekövetkező csapágykárosodás homályosítás, elektromos pitting (gödrösödés), barázdaképződés vagy ívkisüléses felületkárosodás néven is ismeretes.

Ahhoz, hogy az áramátfolyás létrejöjjön, feszültségpotenciál különbség jelenléte szükséges (pl. indukált feszültség és föld között). Az áram természeténél fogva a legkisebb ellenálláson keresztül folyik, ami többnyire a villanymotor csapágyain átvezetve valósul meg. De lehetséges az is, hogy az áramátfolyás valamelyik csatlakoztatott gépen ill. berendezésen keresztül folyik. Például közvetlenül felerősített tachométer-generátorokkal rendelkező villanymotorok esetén igen gyakori, hogy az átfolyó áram először a tachométer-generátor csapágyait károsítja, mivel méretük kisebb és azért kisebb átmeneti ellenállást nyújtanak.

Döntő szerepe van a csapágy kenésének is. Szigetelési hatása révén a tengelyen kialakulhat a statikus feltöltés feszültségpotenciálja. Amikor ez a feszültség túlhaladja a csapágykenés átütési feszültségét, szikrázás formájában megfigyelhető kisülés keletkezik, a fémes alkatrészek felületeinek károsításával és a kenési anyag oxidálódásával járva. Ez a folyamat periodikusan ismétlődik meg újabb és újabb íves kisülések formájában, folyamatosan koptatva (károsítva) a csapágy fűtőfelületét.