

Monitorovací systém statorových vinutí vysokonapětových elektrických strojů



Pre prevádzkovateľov rotačných strojov je veľmi dôležité, aby stroje pracovali čo najdlhšie bez poruchy a s čo najdlhšou životnosťou. Nepredpokladané poruchy, či už krátkodobé alebo dlhodobé, a z toho vyplývajúce výpadky produkcie a prestoje prevádzky nepriaznivo ovplyvňujú ekonomiku výrobcov a ich ďalší rozvoj. V oblasti rotačných strojov je monitorované jedným zo spôsobov, ako tomu predchádzať.

Najspoľahlivejšou metódou je trendovanie meraných veličín, kde vieme podľa zvoleného intervalu merania porovnať zmenu prevádzkových hodnôt s posledným záznamom.

Monitorovanie možno vykonávať viacerými spôsobmi. Základným spôsobom je snímanie meraných hodnôt v pravidelných intervaloch tzv. pochádzkou s manuálnym zapisovaním do predpísaného formulára alebo využitím modernejších elektronických záznamových zariadení.

Veľmi efektívne je kontinuálne sledovanie mechanických veličín s výstupom na riadiaci systém, kde je operátor informovaný o prekročení medzných hodnôt výstrahou a neskôr alarmom. V tomto prípade možno ihneď vykonať potrebné kroky na zníženie rizika odstavenia prevádzky alebo poškodenia strojného zariadenia.

Medzi klasické metódy monitorovania rotačných strojov patrí meranie vibrácií pohonov. Pravidelnou vibrodiagnostikou možno zistiť zvýšené hodnoty vibrácií celého ústrojenstva nad povolenú hranicu. Zvyčajne sa meria efektívna hodnota vibrácií, čo nie vždy dáva jasnú predstavu o príčine zvýšenej hodnoty vibrácií. Z praxe je zrejmé, že meranie spektrier vibrácií a ich následná analýza výstižnejšie charakterizujú hodnotu vibrácií pri rôznych frekvenciách. Poškodené ložiská, nesprávne

zosúosenie, nevyváženie rotora atď. sú možné príčiny vysokých hodnôt vibrácií.

Kontinuálne meranie teploty ložísk a vinutia motora, zavedené do riadiaceho systému a zobrazené na operátorskom pracovisku, dáva informáciu o prevádzke stroja. V prevádzkach, kde sa nepoužíva riadiaci systém, možno termovíznou diagnostikou odhaliť vznikajúcu poruchu skôr, ako dôjde k nebezpečnému poškodeniu zariadenia s následným nákladným odstraňovaním problému.

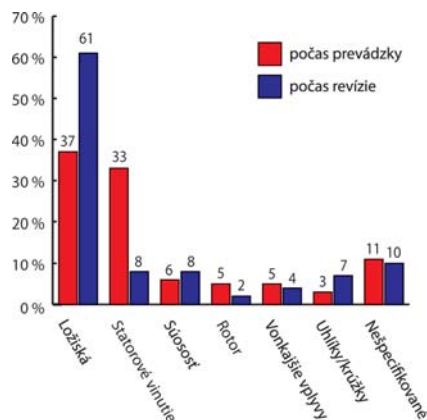
Štatistiky porúch

Poznatky z praxe a prevádzkovania rotačných strojov nám dávajú informácie o tom, že klasické metódy monitorovania nestačia na včasné diagnostikovanie možných porúch. Spoločnosť ABB vyvinula systém na prediktívnu údržbu vysokonapätových rotačných strojov s veľkým výkonom (rádovo MW), zameraný na monitorovanie elektrických veličín statorového vinutia motorov a generátorov.

Stratégia monitorovania zdokonaľuje spôsob vykonávania údržby. Včasné použitie nástrojov na detegovanie problémov zabráni vzniku porúch, ale takisto vie zistiť príčinu poruchy, ak nemožno použiť tieto nástroje počas prevádzkovania pohonov.

Podľa štatistiky IEEE 1985 – 1987 najviac poškodení motorov a generátorov spôsobili lo-

žiská a statorové vinutia. Zameranie na tieto dva faktory by malo priniesť najväčší efekt v znížení poruchovosti strojov.



Obr.1 Štatistika porúch VN strojov zistených počas revízie/prevádzky

Štatistika (obr. 1) počas revízií alebo testovania ukazuje, že najviac porúch – až 61 % – spôsobujú ložiská. Pritom iba 8 % bolo zaznamenaných statorovým vinutím. V skutočnosti to však bolo viac, čo je spôsobené nedokonalosťou testovacích metód. Treba teda zlepšiť detekciu problémov statorových vinutí, pretože aj keď sú namerané hodnoty izolačného odporu a polarizačného indexu akceptovateľné pre ďalšie prevádzkovanie stroja, napriek tomu sa zistilo kontaminované vinutie.

Iné štatistiky rozdelenia porúch IEEE z roku 1999 dokazujú, že pri strojoch do výkonu 2 MW problémy spôsobujú v najväčšej miere ložiská (67 %) a statorové vinutia (18 %). Naproti tomu pri strojoch s výkonom nad 2 MW je to naopak, poruchy ložísk sú reprezentované 18 % a statorových vinutí až 60,5 %.

Chyby vinutia statora sa svojím počtom výrazne podieľajú na poruchovosti, preto je dôležitý stav vinutia detegovať v predstihu pred vznikom neželanej poruchy.

Ďalším problémom, ktorý ovplyvňuje vznik porúch VN elektromotorov, je starnutie vinutia. Je prirodzené, že materiály použité pri výrobe vinutia aj ich štruktúra podliehajú vplyvu namáhania a starnutiu.

K vyskytujúcim sa poruchám vinutia prispievajú najviac tieto činitele:

- zvýšená vlhkosť,
- vysoké vibrácie,
- znečistená ventilácia alebo chladenie,
- vysoká teplota prostredia,
- agresívne chemikálie v okolitom prostredí,
- trvalé preťažovanie.



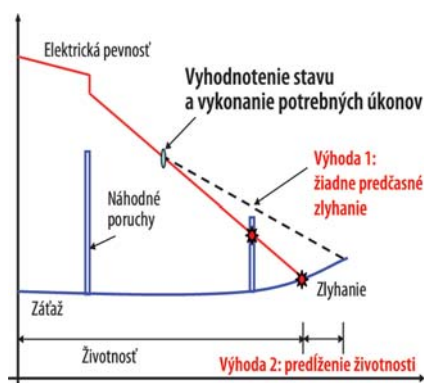
Obr.2 Možné poškodenia statora

Monitorovací systém LEAP

Life Expectancy Analysis Program (LEAP) je jedinečný diagnostický nástroj určený na zistenie stavu izolácie statorového vinutia vysokonapäťových elektrických strojov. LEAP zís-

kava informácie o stave statorového vinutia strojov a jeho predpokladanej životnosti. Ak sa použijú výsledky analýzy spolu s predpokladaným zostávajúcim časom do opravy alebo výmeny komponentov motora, umožňuje to zákazníkovi vykonať servis počas plánovaných odstávok, a teda skôr, ako vzniknú neželané poruchy.

Tento systém má schopnosť odhaliť problém predtým, ako sa prejaví deštruktívnym spôsobom, a preto je to užitočný nástroj pri stratégii plánovania údržby. LEAP je navrhnutý pre dlhé intervaly medzi odstávkami zariadení v kombinácii s monitorovaním prostredia. Poskytuje informácie o vinutí elektromotora aj očakávanej životnosti a tiež optimalizuje plán údržby stroja. Systém sa používa už 12 rokov a počet analyzovaných strojov prekročil už 4 000 na celom svete. Merania vykonávajú lokálne servisné strediská a spracúva a analyzuje ich LEAP centrum.



Obr.3 Výhody systému LEAP

LEAP prehliadku sa odporúča vykonávať v štyroch úrovniach:

- **Basic** – počas prevádzky, každých 5 % predpokladanej životnosti,
- **Standard** – motor je odstavený, každých 10 % predpokladanej životnosti,
- **Advanced** – motor je odstavený a čiastočne demontovaný, každých 25 % predpokladanej životnosti,
- **Premium** – motor je odstavený, rotor demontovaný, 50 % životnosti.

Metodika LEAP

ABB vyvinula unikátny analytický nástroj na identifikáciu, charakterizovanie a kvantifikovanie porúch vyskytujúcich sa vnútri izolačného systému. Na začiatku treba zozbierať prevádzkové dáta a informácie o motore a vykonať testovacie merania. Po nich nasleduje analýza dát potrebná na identifikovanie procesu degradácie izolácie vinutia. Na základe vyhodnotenia meraní vieme stanoviť predpokladanú životnosť vinutia a podmienky vykonania základnej údržby, neskoršej revízie, resp. výmenu odporúčaných náhradných dielov a pravidelný upgrade.

Merania

Jednosmerným napätím sa vykonáva polarizačná a depolarizačná prúdová analýza (PDPA),

pričom výsledok určuje stav povrchu vinutia. Prúd prechádzajúci izoláciou vinutia statora je monitorovaný počas nabíjacej a vybíjacej periódy. Získané dáta sú analyzované v časovej osi. Paradoxne bežné meranie izolačného odporu a polarizačného indexu s uspokojivými hodnotami neodhalí znečistené vinutie.

Na ďalšie merania sa používa striedavé napätie, ktoré iba potvrdzuje výsledok merania jednosmerným prúdom. Zvyčajne je vyhodnotenie merania založené na trendovaní, hlavne pri stanovení starnutia izolácie vinutia. Pri použití analýzy nelineárnych priebehov, merania tangens delta, kapacity vinutia a analýzy parciálneho vybíjania vinutia LEAP centrum získa z týchto testov dostatok informácií o stave izolácie vinutia elektromotora.

Všetky merania sa vyhodnotia v LEAP správe, v ktorej sú obsiahnuté detailné informácie o analýze. Na základe získaných dát z meraní sa vypočíta predpokladaná životnosť vinutia motora alebo generátora. Detailne sú tu vysvetlené javy pôsobiace na vinutie a tiež riziko vzniku porúch. Nakoniec sa vytvorí súhrn a odporúčanie pre neskoršiu údržbu – kedy a akým spôsobom má byť vykonaná. V hodnotiacej správe sú definované časti vinutia, ktoré vyžadujú ďalšiu pozornosť, odporúčaná výmena náhradných dielov statora, počet prevádzkových hodín, kedy by mal zákazník previnúť alebo kúpiť nový stator. Ak je rotačný stroj v poriadku, v správe sa uvedie, kedy bude potrebné vykonať ďalšiu LEAP analýzu.

Výhody použitia systému LEAP predstavujú pre majiteľa rotačného stroja minimalizovanie rizika nepredpokladaného odstavenia produkcie. Predĺžená životnosť strojov vedie k lepšej návratnosti investícií a vykonané merania prispievajú k reálnejšiemu odhadnutiu nákladov na prevádzku stroja počas jeho životnosti.

ABB

ABB, s.r.o.

Ing. Martin Žabka
Sládkovičova 54
974 05 Banská Bystrica
Tel.: 048/410 23 24
Fax: 048/410 23 25
e-mail: martin.zabka@sk.abb.com
http://www.abb.sk

41