

Magnetické pole v okolí asynchronního stroje, jeho zjišťování a využití

Chmelík K., Foldyna J., Mišák S. – VŠB-TU Ostrava

Anotace

V okolí každého provozovaného elektrického stroje je různě veliké magnetické pole. Jedná se o rozptylové pole generované tímto strojem. Toto pole je možno měřit a jeho analýzou získáme informace, které mohou signalizovat závadu či počínající poruchu stroje. Příklady takových měření a jejich srovnání s výsledky jiných diagnostických metod budou uvedeny v našem příspěvku.

Úvod

V technické praxi se u výrobků velmi často setkáváme s nesymetriemi či nepřesnostmi jak v rozměrech tak i v jiných veličinách. U elektrických strojů jde zejména o nesymetrie elektrických a magnetických obvodů či veličin. Tyto nesymetrie bývají zapříčiněny buď konstrukčními důvody, nedokonalostí technologických procesů, nepřesnostmi při výrobě, ale také závadami a poruchami při provozu a užívání strojů. I když výrobci strojů i jejich uživatelé mají snahu tyto negativní jevy odstranit nebo je alespoň omezit, je skutečností, že existují. Vlivem těchto nepřesností a závad mohou pak být generovány signály, které lze využít pro diagnostiku aktuálního stavu strojů.

Příčiny nesymetrií v elektrických strojích

V elektrickém točivém stroji dochází k přeměně elektrické energie na mechanickou nebo mechanické energie na energii elektrickou prostřednictvím energie elektromagnetického pole. Moment stroje závisí na elektromagnetických poměrech zvláště ve vzduchové mezeře.

Kvantitativní určení magnetického pole v točivém elektrickém stroji je obtížné z těchto důvodů:

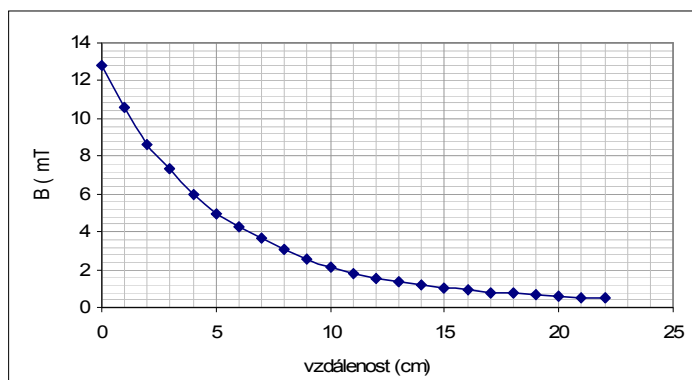
- na tvorbě magnetického pole se obvykle podílí více vinutí
- tvar magnetického obvodu, zvláště vzduchové mezery je proměnný, rovněž vinutí mají různá uspořádání
- magnetické pole se mění při pohybu rotoru
- magnetické materiály pro magnetický obvod nemají lineární vlastnosti.

Celkový magnetický tok se rozdělí na tok hlavní, který je důležitý pro funkci stroje a na tok rozptylový, který nepřispívá k tvorbě momentu, ale je k dispozici i v okolí elektrického stroje. Hledáme tedy metodu pro měření magnetického pole což další možná metody použitelná za normálního provozu stroje. Jako čidla rozptylového magnetického toku použijte cívka nebo jiný vhodný element.

Časový a prostorový průběh elektrických a magnetických veličin v reálných elektrických strojích proto není čistě sinusový. Použitím Fourierovy transformace získáme frekvenční spektrum, v němž bude vedle základní harmonické i řada harmonických a také subharmonických. A právě posouzením velikosti a frekvence těchto neharmonických složek můžeme dospět k hodnocení stavu elektrického stroje.

Průběh magnetického pole v závislosti na vzdálenosti od kostry motoru je na obr.1. Je vhodné cívku umístit do místa s nejsilnějším magnetickým polem, tedy na povrch kostry stroje.

Analýzou rozptylového magnetického se mohou určit všechny závady určitelné analýzou statorového proudu tj. rotorová nesymetrie, vadné ustavení stroje, poruchy vinutí, mechanické závady motoru, mechanické závady připojené převodovky, apod. Dále je možné posuzovat vliv magnetického pole na okolí a vliv změn zatížení i buzení na toto pole.

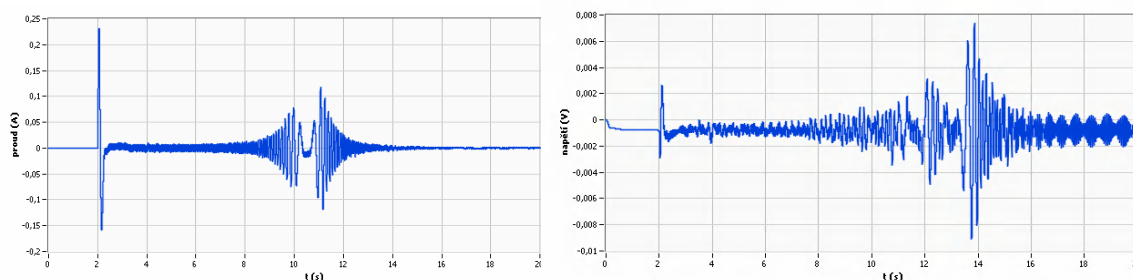


Obr. 1

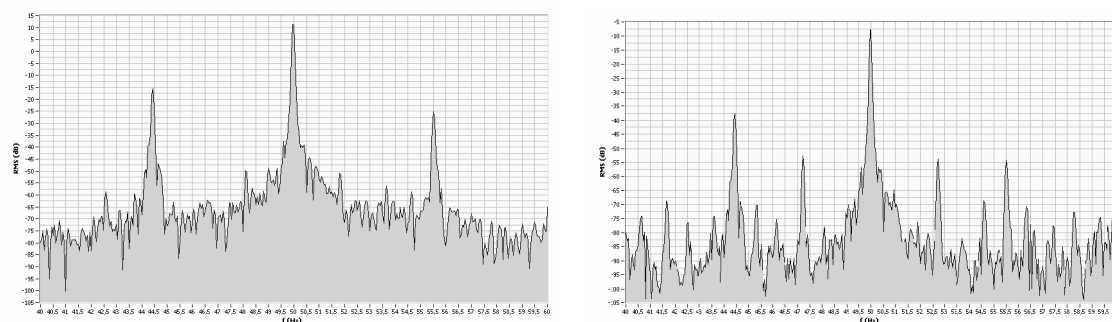
Výhodou rozboru rozptylového magnetického pole v okolí stroje je zvláště to, že veličina, která vypovídá o stavu stroje je generována strojem za jeho běžného provozu. Dále měření je velmi jednoduché a měřící osoba nemusí přijít do styku s živými částmi elektrického zařízení. Výhodou této metody je jednoduchost měření i vyhodnocení, lze ji použít i v automatických a on-line diagnostických systémech.

Příklady provedených měření

Uvádíme příklad měření vadného motoru s kotvou nakrátko s dvojitou klecí, u kterého bylo porušeno několik tyčí rozběhové klece a srovnání s dobrým motorem obr. 2.



Obr. 2 Po odfiltrování frekvencí vyšších jak 10Hz

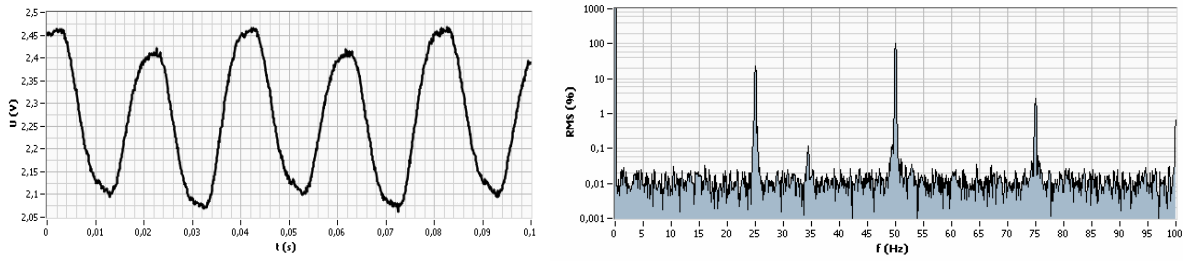


proudové spektrum

spektrum rozptylového mg. pole

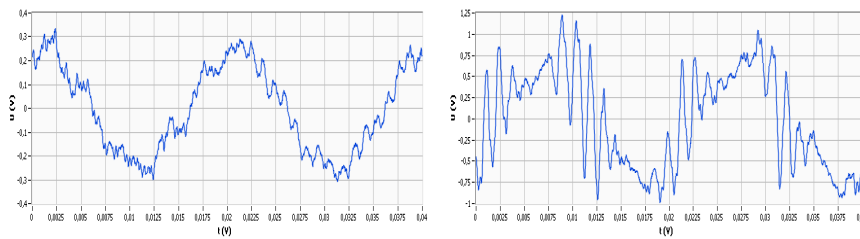
Obr. 3 Asynchronní motor s vadami rotorového vinutí při zatížení

Dále jsme měřili rozptylové magnetické pole čtyřpólového motoru s excentricitou rotoru vytvořenou prohnutím hřídele. – obr.4. Je patrná výrazná otáčková frekvence.



Obr. 4

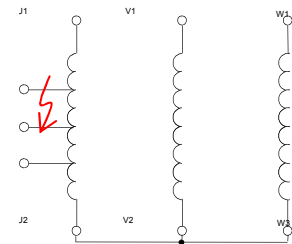
Na obr. 5a jsou výsledky měření zkratu části statorového vinutí a vinutí bez zkratu dle 5b.



bez zkratu

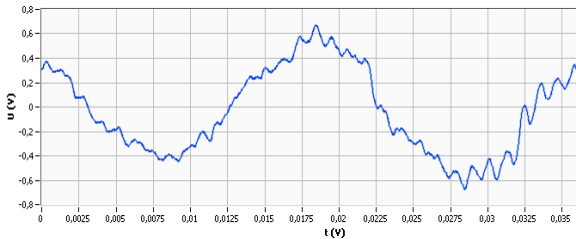
zkrat první skupiny

Obr. 5a

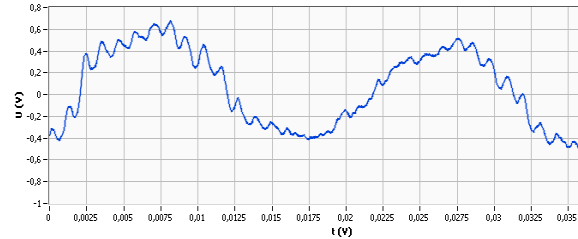


Jsou vyvedeny spagy cizích skupin

Obr. 5b

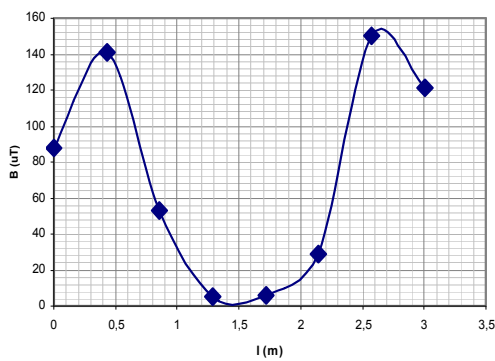


Obr.6a Vinutí bez zkratu

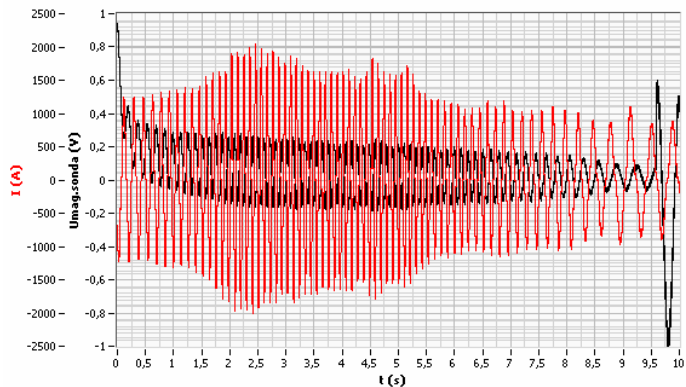


Obr.6b Závitový zkrat

Obr. 6 pak znázorňuje výsledky analýzy pro různé zkratované části jedné fáze statorového vinutí, srovnání zkratu jednoho závitu vinutí se stavem bez zkratu.

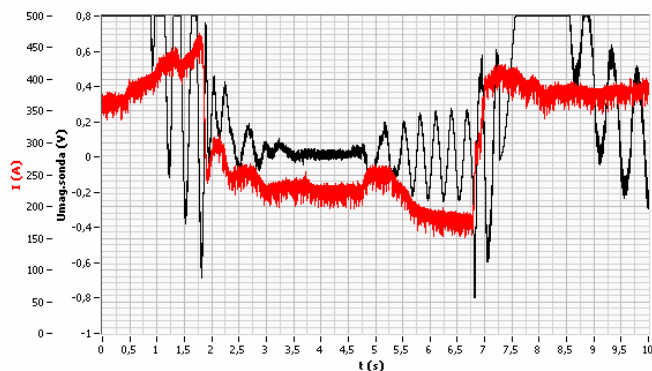


Obr. 7

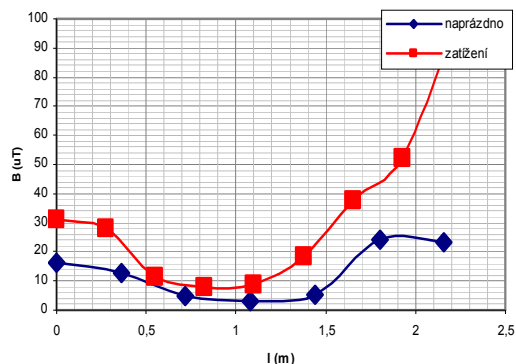


Obr. 8 Rozptylové pole a napájecí proud jedné fáze

Rozložení rozptylového pole podél povrchu kostry synchronního motoru 5MW napájeného z cyklokonvertoru ukazuje obr.7. Záznam statorového proudu a rozptylového pole je na obr.8. Na obr. 9 je záznam pole a budicího proudu téhož motoru.

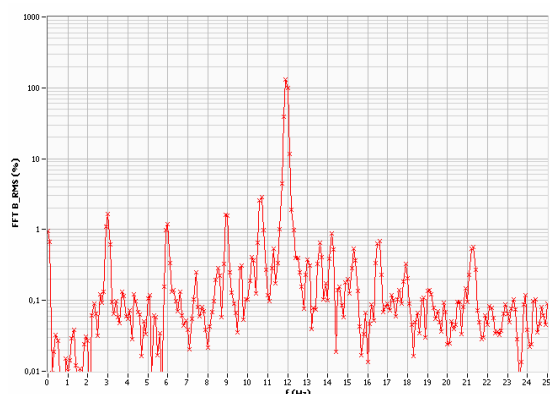


Obr.9

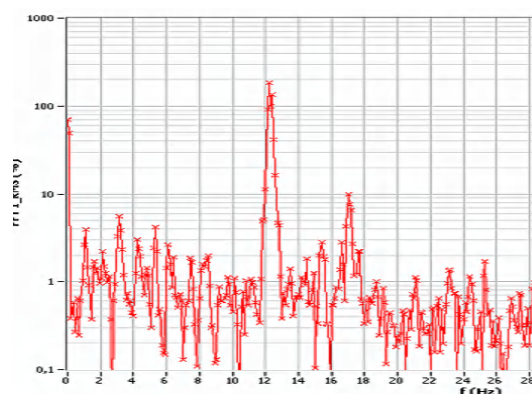


Obr.10

Rozptylové pole podél kostry asynchronního motoru 2000 kW napájeného z měniče frekvence je na obr.10. Obr.11 je analýza mg. pole osmipólového motoru 5MW napájeného napětím o frekvenci 12Hz a obr.12 hřídelového proudu motoru s frekvencí napájecího napětí cca 12Hz. Výrazná je otáčková frekvence.



Obr.11



Obr.12

Závěr

Z našich zkoumání je patrná užitečnost rozvíjení metody měření rozptylových magnetických polí na povrchu a v okolí elektrických strojů. Vzniká tak další diagnostická metoda pro hodnocení stavu funkčních vlastností těchto strojů.

Autoři

Doc. Ing. Karel Chmelík; VŠB-TU Ostrava; e-mail: karel.chmelik@vsb.cz

Ing. Stanislav Mišák; VŠB-TU Ostrava; e-mail: stanislav.misak@vsb.cz

Ing. Jiří Foldyna; VŠB-TU Ostrava; e-mail: jiri.foldyna.fe@vsb.cz