

Stavba tokem spínaného stroje s permanentními magnety

Pavel Světlík

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

Fakulta elektrotechnická

Západočeská univerzita v Plzni

psvetlik@kev.zcu.cz

The construction of the flux-switching permanent magnet machine

Abstract – This paper deals with the construction of the flux-switching permanent magnet machine (FSPM). The machine was constructed to verify finite element models. The machine itself is shortly described with all its separate parts. Complete machine is if fully operational but works only in generator regime because there is no power electronics which could drive the machine like motor so far.

Keywords – Construction; Flux-switching permanent magnet machine; FSPM; Permanent magnets; Stator; Rotor

I. ÚVOD

Tokem spínaný stroj s permanentními magnety patří svou konstrukcí do kategorie reluktančních krokových strojů. Jeho odlišností od ostatních strojů podobného typu jsou permanentní magnety umístěné ve statoru společně s vinutím. Vinutí v případě tohoto typu stroje zajišťuje přepínání (změnu) směru magnetického toku ve statoru stroje a při použití vhodného řízení zajišťuje jeho otáčení. [1-3]

Jelikož bylo potřeba ověřit výsledky modelů tohoto stroje, byl na základě zjednodušeného výpočtu postaven reálný prototyp. Jednotlivé části stroje jsou popsány včetně použitých materiálů a fotografií od počátku až po kompletní FSPM stroj. [4-5]

II. KONSTRUKCE FSPM STROJE

Stroj byl zkonstruován podle základní konstrukce tohoto typu stroje s dvanácti statorovými a deseti rotorovými póly.

Magnetický obvod stroje byl sestaven z plechů z oceli typu M350-50A, jejíž tloušťka je 0,5mm. Použité permanentní magnety jsou ze slitiny Neodym-Železo-Bor s označením N35H tedy magnety, jejichž maximální energetický součin dosahuje hodnoty přibližně 35 MGOe a jejich maximální pracovní teplota je 120°C. Rozměry magnetu jsou 42x20x3 mm (DxVxŠ). Použité vinutí je pak měděné o průměru 0,5mm. Rozměry stroje jsou uvedeny v tabulce I.

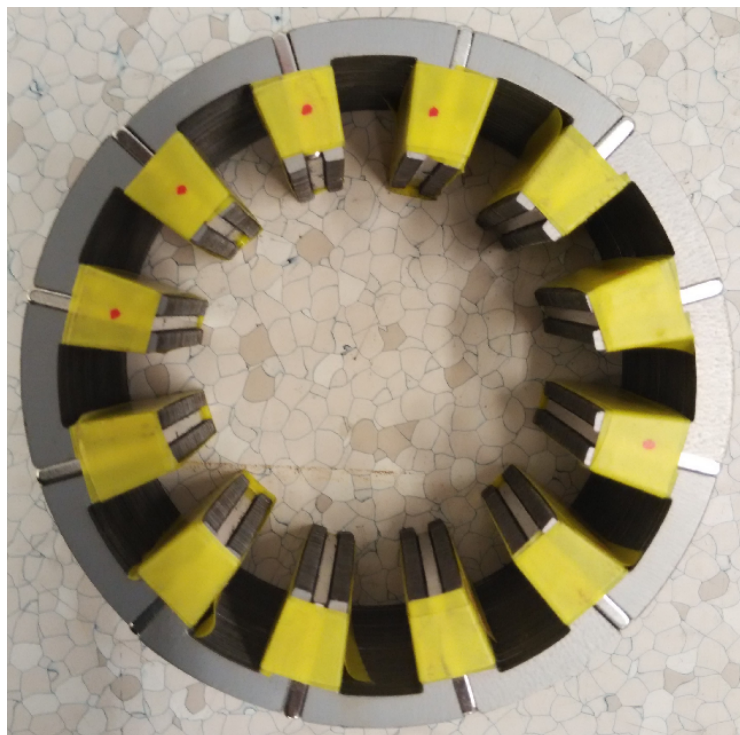
TABULKA I. ROZMĚRY FSPM STROJE

Počet fází	3
Počet statorových pólů	12

Počet rotorových pólů	10
Vnější průměr statoru	110 mm
Vnitřní průměr statoru	70 mm
Šířka vzduchové mezery	1 mm
Aktivní délka stroje	42 mm
Šířka jha statoru	5 mm
Šířka statorového zubu	3,2 mm
Výška rotorového zubu	9,3 mm
Šířka rotorového zubu (spodek/vršek)	4,3/7,2 mm
Šířka magnetu	3 mm
Remanentní indukce magnetu	1,2 T
Relativní permeabilita magnetu	1.05
Počet závitů	30

A. Konstrukce statoru

Statorové plechy byly do požadovaného tvaru písmene C vyřezány laserem. Každý jednotlivý plech musel být odjehlen a očištěn. Póly stroje byly sestaveny jednotlivě a byly stlačeny, aby se odstranily nedokonalosti a možné průhyby. Mezi každý pól byl poté vložen permanentní magnet a vše bylo zajištěno izolační páskou, která sloužila zároveň jako vyložení drážky. Statorová konstrukce je na obrázku I.



Obrázek I. Stator FSPM stroje

B. Konstrukce rotoru

Rotorové plechy byly vyřezány vodním paprskem. Tato technologie se ukázala jako problematictější, jelikož bylo navíc nutné upilovat můstek, který na dílech z technologických důvodů zůstal, a navíc se na některých částech začala objevovat koroze. Opracované plechy byly poté stlačeny a pomocí lepidla upevněny na hřídel stroje.

C. Kostra stroje

Jako kostra stroje byla zvolena obyčejná trubka vyrobená z PVC. Její výhody spočívají v nízké ceně, vhodném průměru, nemagnetických vlastnostech, vysoké mechanické pevnosti atd. Po jejím obvodu pak byly vyvrtány díry, kterými je ze stroje vyvedeno vinutí. Díky tomu je možné provádět měření na každé jednotlivé cívce. Stator vložený do kostry je na obrázku II.



Obrázek II. Kompletní stator

Víka této trubky následně posloužili jako ložiskové štíty. Byla samozřejmě nutná drobná úprava spočívající v přidělení malých přístavků, ve kterých byla ložiska uložena (viz obrázek III).



Obrázek III. Uložení ložisek

III. ZÁVĚR

Sestavený stroj vykazuje určité nedokonalosti, které vznikly během jeho konstruování. Po důkladném prozkoumání stroje se bude dále pracovat na odstranění těchto nedokonalostí a úpravě modelů stroje, aby bylo dosaženo shodných výsledků.

Po zkonstruování vhodného měniče pak bude také možné provozovat tento stroj v motorovém režimu při různém zatížení.

PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2016-006 a projektu SGS-2015-038

LITERATURA

- [1] A. E. Fitzgerald; Ch. Kingsley; S. Umans: "Electrical Machinery," McGraw-Hill, New York, USA, 2005. ISBN 0-0705-3039-4
- [2] Wei Hua; Ming Cheng; Zhu, Z.Q.; Howe, D., "Analysis and Optimization of Back EMF Waveform of a FluxSwitching Permanent Magnet Motor," Energy Conversion, IEEE Transactions on , vol.23, no.3, pp.727,733, Sept. 2008
- [3] Zhu, Z.Q.; Liu, X., "Individual and global optimization of switched flux permanent magnet motors," Electrical Machines and Systems (ICEMS), 2011 International Conference on , vol., no., pp.1,6, 20-23 Aug. 2011
- [4] Anyuan Chen, Njål Rotevatn, Robert Nilssen and Arne Nysveen, "Characteristic Investigations of a New Three-Phase Flux-Switching Permanent Magnet Machine by FEM Simulations and Experimental Verification" in the proceeding of ICEMS2009, 15-18, Nov., 2009 Tokyo, Japan.
- [5] V. Hrabovcova; T. Jokinen; J. Pyrhonen: "Design of rotating electrical machines," Wiley, Great Britain, 2008. ISBN 978-0-470-69516