

Uporaba metode odzivnih površin za optimizacijo motorja s trajnimi magneti in zunanjim rotorjem, ki deluje po principu preklapljanja magnetnega pretoka

Jingzhou Gao^{1,2,*} – Aifeng Liu¹ – Jianwei Yang¹ – Shengdun Zhao² – Jiaji Liu^{2,3}

¹Severozahodni inštitut za strojništvo in elektrotehniko, Kitajska

²Šola za strojništvo, Univerza Xi'an Jiaotong, Kitajska

³Pekinški inštitut za tehnologijo izstreljevanja vesoljskih plovil, Kitajska

Motorji s trajnimi magneti, ki delujejo po principu preklapljanja magnetnega pretoka (FSPM), spadajo med brežkrtačne motorje s trajnimi magneti na statorju in so razširjeni v industriji zaradi robustnosti konstrukcije (trajni magneti in navitja so na statorju in ne na rotorju), visoke moči, gostote navora in visokega izkoristka. Prototipni motor 12/10 OR-FSPM ima sicer dobre elektromagnetne lastnosti (dobra sinusna oblika), v praksi pa obstaja še nekaj izzivov, zlasti z nihanji navora. Z zmanjšanjem le-teh se lahko poveča občutljivost ob zagonu in omejijo vibracije med delovanjem. Vibracij zaradi nihanj navora še zlasti ni mogoče prezreti pri delovanju z visokimi/ultravisokimi hitrostmi. Predmet pričujoče raziskave je motor 12/10 OR-FSPM, cilj pa je doseganje višjega povprečnega navora ob nižji stopnji nihanj. Vpliv posameznih konstrukcijskih parametrov (širina statorske reže, širina rotorskega zoba, velikost zračne reže) na navor je bil preučen po metode končnih elementov (MKE). Širina statorske reže in širina rotorskega zoba sta nato bili optimizirani po metodi odzivnih površin v kombinaciji z MKE. Končno je predstavljena primerjava optimiziranega motorja z izhodišnim stanjem.

Uporabljena so bile metode, kot so: metoda odzivnih površin, metoda končnih elementov, in optimizacija.

Rezultati in ugotovitve:

- Predstavljen je potek optimizacije konstrukcije motorja. Najprej je analiziran vpliv posameznih spremenljivk; v drugem koraku je opredeljen razpon variabilnosti posameznih spremenljivk; v tretjem koraku je analiziranih več spremenljivk s kombinacijo metode odzivnih površin (RSM) in MKE; v zadnjem koraku je opravljeno preverjanje.
- Analiza z optimizacijo posameznih spremenljivk je pokazala, da sta se povprečni navor in razlika navora povečala s širino statorske reže, stopnja nihanja navora pa je najmanjša pri širini reže med 2,5 in 3 mm; razlika navorov in stopnja nihanja navora imata minimalno vrednost pri širini rotorskega zoba pribl. 18 in 30 mm. Velikost zračne reže ob upoštevanju navora motorja, proizvodnih stroškov ter težavnosti izdelave in montaže je 1,5 mm.
- Širini statorske reže in rotorskega zoba po optimizaciji več spremenljivk sta bili drugačni kot po optimizaciji posameznih spremenljivk. Širina statorske reže znaša 4,65 mm; širina rotorskega zoba pa 22,65 mm. Povprečni navor optimiziranega motorja 12/10 OR-FSPM se je v primerjavi z začetno konstrukcijo izboljšal za 3,70 %, stopnja nihanja navora pa se je zmanjšala za 36,06 %. Čeprav ima elektromagnetna valovna oblika optimiziranega motorja določeno popačenje (THD znaša 5,40 %), pa se je amplituda gibalne inducirane napetosti močno zmanjšala z 283,1 na 192,8 V.

Prispevek, novosti, vrednost: V članku je predstavljen proces optimizacije motorja s trajnimi magneti in zunanjim rotorjem (FSPM), ki deluje po principu preklapljanja magnetnega pretoka, namenjenega delovanju v funkciji motorja/generatorja sistema za shranjevanje energije z vztrajnikom (FESS).

Ključne besede: motor s trajnimi magneti in zunanjim rotorjem, ki deluje po principu preklapljanja magnetnega pretoka, optimizacija, metoda odzivnih površin, metoda končnih elementov, sistem za shranjevanje energije z vztrajnikom