

Krmiljenje variabilne hitrosti elektrohidravličnega pogona na osnovi regulacije energije

Ming Xu^{1,*} – Bo Jin² – Guojin Chen¹ – Jing Ni¹

¹ Univerza Hangzhou Dianzi, Oddelek za strojništvo, Kitajska

² Univerza v Zhejiangu, Državni laboratorij za fluidno tehniko, Kitajska

Elektrohidravlični pogoni z variabilno hitrostjo (elektromotor s krmiljenjem hitrosti v kombinaciji s konstantno hidravlično črpalko) so obetavni, saj poleg višje energijske učinkovitosti kot pogoni z elektromotorjem konstantne hitrosti v kombinaciji s hidravlično črpalko spremenljive delovne prostornine zagotavljajo tudi boljšo zanesljivost sistema in širši razpon hitrosti. Glavna slabost pogonov z variabilno hitrostjo je v počasnem odzivu in pomanjkljivi natančnosti krmiljenja zaradi velike vztrajnosti elektromotorja in hidravlične črpalke. Prav natančnost krmiljenja pa je nujna pri hidravličnih rezalnih sistemih, elevatorjih itd. Cilj raziskave je razvoj nove rešitve krmiljenja hitrosti elektrohidravličnega pogona, ki odpravlja pomanjkljivosti pogona z variabilno hitrostjo in je primerna za praktično rabo.

Predlagan je elektrohidravlični pogon z variabilno hitrostjo, ki uporablja načelo regulacije energije. Članek obravnava krmiljenje hitrosti valja, s čimer je ponazorjena zmogljivost pogona. Pri pogonu variabilne hitrosti z regulacijo energije uravnava konstantno hidravlično črpalko frekvenčni pretvornik prek asinhronskega električnega motorja, valj pa krmili proporcionalni razvodnik. Regulator energije (ERD), ki je nameščen na izhodu hidravlične črpalke, je sestavljen iz mehastega akumulatorja, proporcionalnega pretočnega ventila in razbremenilnega ventila. Mehasti akumulator za shranjevanje hidravlične energije je bil izbran zaradi enostavne zgradbe in hitrega odziva. Pretok med napravo ERD in glavnim hidravličnim krožnim tokom krmili proporcionalni pretočni ventil. Razbremenilni ventil deluje kot varnostni ventil. ERD je polaktivna naprava, katere delovanje je odvisno od tlačne razlike med ERD in izhodom hidravlične črpalke. Gib valja meri tipalo položaja v valju, hitrost valja pa se izračunava kot odvod položajnega signala. Tlak na izhodu iz črpalke in ERD merita dva tlačna senzorja, pretok na izhodu iz hidravlične črpalke pa meri visokotlačni merilnik pretoka. Nova rešitev pogona združuje prednosti pogona z variabilno hitrostjo in pogona s krmilnim ventilom (elektromotor s konstantno hitrostjo v kombinaciji s konstantno hidravlično črpalko, kjer premik aktuatorja krmili ventil). Razlika v primerjavi s sestavljenim pogonom (pogon variabilne hitrosti v kombinaciji z aktuatorjem s krmilnim ventilom) je v napravi ERD. Če mora aktuator pospešiti, vendar elektromotor in črpalka ne moreta držati koraka, ERD sprosti energijo za hitrejši odziv. Če elektromotor in črpalka ne moreta slediti zahtevi po upočasnitvi aktuatorja, ERD prevzame odvečno hidravlično olje. Naprava ERD v vseh ostalih situacijah ostane zaprta.

Analizirana je rešitev krmiljenja variabilne hitrosti pogona na osnovi regulacije energije. Predlagana rešitev krmilnega sistema pogona je tipa MIMO. Sistem ima štiri vhode (referenčna hitrost, dejanska hitrost, izhodni tlak iz črpalke in tlak ERD) in tri objekte krmiljenja (frekvenčni pretvornik, proporcionalni razvodnik in pretočni ventil), močne nelinearnosti in strukturne negotovosti pa še povečujejo zahtevnost strategije krmiljenja. Izpeljana je podrobna strategija krmiljenja treh objektov. Pred simulacijo in eksperimenti je treba določiti več parametrov krmiljenja in članek obravnava vrstni red nastavljanja teh parametrov po Ziegler-Nicholsovi metodi.

Za prikaz zmogljivosti krmiljenja hitrosti pogona z variabilno hitrostjo na osnovi regulacije energije je bilo opravljenih več simulacij in eksperimentov. Za primerjavo zmogljivosti krmiljenja hitrosti so bile opravljene simulacije in eksperimenti za pogon s krmilnim ventilom, pogon z variabilno hitrostjo in sestavljeni pogon. Predlagana rešitev pogona sicer prinaša večje stroške sistema in zahtevnejše krmiljenje, rezultati simulacij in eksperimentov pa kažejo dobro celotno zmogljivost sistema: visoko natančnost krmiljenja hitrosti, hiter odziv in prihranek energije. Sistem je zato primeren za praktično uporabo.

Ključne besede: variabilna hitrost, krmiljenje hitrosti, regulacija energije, varčevanje z energijo, odziv, MIMO