

# Modeliranje elektrohidravličnega proporcionalnega ventila s sinhronskim motorjem

Andrzej Milecki, Dominik Rybarczyk

Tehniška univerza v Poznaniu, Inštitut za mehansko tehnologijo, Poljska

Elektrohidravlični servopogoni se lahko krmilijo z električnimi ventili dveh vrst: servoventili ali proporcionalnimi ventili. Danes se najpogosteje uporabljajo proporcionalni ventili, saj izpolnjujejo večino potreb industrijskih aplikacij in so obenem precej cenejši od servoventilov. Vreteno proporcionalnega ventila upravljata en ali dva elektromagneta. Vreteno odpira hidravlične prehode ter tako omogoča gladko in zvezno nastavljanje pretoka ali tlaka v odvisnosti od električnega vhodnega signala. Osnovna konstrukcija tovrstnih ventilov je bila opredeljena že pred 30 leti in od tedaj na tem področju ni bilo bistvenega napredka. Mnoge raziskave in objave o elektrohidravličnih ventilih so bile posvečene izboljšavam lastnosti teh pogonov z implementacijo sodobnih oblik in načinov krmiljenja. Le nekaj del pa se je ukvarjalo s parametri elementov elektrohidravličnega pogona ter z iskanjem novih rešitev za zelo natančno gibanje delov ventila, kot je npr. vreteno. Kot pogonski del drsnega elementa v proporcionalnih ventilih se danes najpogosteje uporabljajo proporcionalni elektromagneti. Čeprav so znani že zelo dolgo, pa le nekaj rešitev uporablja koračne ali enosmerne motorje. Zato smo se odločili za uporabo novega elektromehanskega aktuatorja v proporcionalnem ventilu – sinhronskega motorja s trajnim magnetom (PMSM). Ta motor ima zelo dobre lastnosti in lahko zagotavlja zelo dobro natančnost pozicioniranja.

V članku je predstavljena zasnova proporcionalnega ventila s sinhronskim motorjem s trajnim magnetom (PMSM), ki premika vreteno hidravličnega ventila. Motorna gred in vreteno sta povezana s fleksibilno sklopko, drugi konec vretena pa je neposredno povezan s krogličnim vretenom, katerega matica je pritrjena na telo ventila. Vrtenje motornega vretena povzroča vrtenje navojnega vretena ter aksialno gibanje vretena in njegovih krmilnih robov. Premik je sorazmeren s kotnim odmikom motorja in korakom navoja. Smer vrtenja določa smer translacije vretena ter odpiranja ali zapiranja prehodov v ventilu. Olje posledično priteka v komore aktuatorja in odteka iz njih, bat se premakne. Premer uporabljenega ventilskega vretena je bil 10 mm, v telesu pa so bili trije pravokotni prehodi dimenzij 2,5 mm × 2 mm. Uporabljen je bil ventil velikosti 10 (pod 64 dm<sup>3</sup>/min). Položaj rotorja meri absolutni dajalnik, ki zagotavlja pozicioniranje z veliko natančnostjo tudi v primeru izpada napajanja (262144 impulzov na obrat). Linearna ločljivost pogona je tako 0,5 μm.

V članku so opredeljene osnovne enačbe, ki opisujejo ventil, simulacijski model pa je bil pripravljen v programski opremi MATLAB Simulink. Model vključuje tudi izbrane nelinearnosti. Za določitev osnovnih parametrov obravnavanega proporcionalnega ventila je bilo postavljeno preizkuševališče za ventile. Preizkuševališče je bilo opremljeno s programirljivim logičnim krmilnikom z zaslonom na dotik in inverterskim modulom. V članku so predstavljene značilnosti pretoka in odziv na stopnico, pridobljeni s simulacijo. Te značilnosti so bile primerjane z rezultati eksperimentalne preiskave in simulacijski model ventila je bil nato spremenjen in izboljšan.

Predstavljeni proporcionalni ventil s sinhronskim motorjem s trajnim magnetom je zanimiva alternativa za servoventile. Zagotavlja lahko boljše lastnosti (še posebej glede dinamike in natančnosti) kot standardni elektrohidravlični proporcionalni ventili z elektromagneti.

**Ključne besede:** proporcionalni ventil, elektrohidravlika, sinhronski motor