

# Raziskava modela in dinamičnih lastnosti novega proporcionalnega hidravličnega ventila, ki ga poganja zvočniška tuljava

Mingxing Han<sup>1,\*</sup> – Yinshui Liu<sup>2</sup> – Yitao Liao<sup>1</sup> – Shucai Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kmetijska univerza Huazhong, Kolidž za inženiring, Kitajska

<sup>2</sup> Znanstveno-tehniška univerza Huazhong, Šola za tehniške vede in strojništvo, Kitajska

Proporcionalni hidravlični ventil kot glavna krmilna komponenta v vodni hidravliki ima pomembno vlogo pri delovanju krmiljenja sistemov.

Konstruiranje visokozmogljivih vodnih proporcionalnih hidravličnih ventilov je težavna naloga zaradi nizke viskoznosti in oksidativnih lastnosti medija. V procesu konstruiranja je treba razrešiti veliko težav, kot sta npr. slabo mazanje in visoko trenje. Upor na krmilnem batu zaradi nizke viskoznosti in slabe mazalnosti vode ni le velik, ampak tudi nelinearen. Delovanje oljnih razvodnih ventilov drsniškega tipa je idealno, medtem ko se pri krmilnih batih podobnih vodnih ventilov v pogojih vodnega mazanja zaradi neoptimalne kombinacije materialov (jeklo/jeklo) pojavljajo oscilacije. Za visoko dinamično zmogljivost je zato potrebna optimizacija zgradbe hidravličnega proporcionalnega ventila in elektromehanskega aktuatorja.

Pričujoča študija predstavlja nov hitroodzivni vodni proporcionalni hidravlični ventil. Aktuator ventila je izveden kot zvočniška tuljava (VCM), katere prednosti so v hitrem odzivu, visoki natančnosti krmiljenja in majhnih izmerah. Za hitro krmiljenje ventila je bil zasnovan ročni ojačevalnik, ki zagotavlja zadostno silo za nastavljanje. Razvit je bil podroben in natančen nelinearen matematični model ventila, ki upošteva parametre konstrukcije ventila in elektromagnetne lastnosti VCM. Izvedene so bile podrobne simulacije delovanja, ki so vključevale elektromagnetne simulacije, analizo lastnosti ročnega ojačevalnika in simulacijo dinamične zmogljivosti ventila.

Rezultati simulacij kažejo, da znaša nastavitveni čas približno 28 ms, največji prenehaj pa približno 5 %. Čas odziva na stopnico znaša približno 15 ms. Zgrajeni sta bili tudi preizkuševališči za ventil in za VCM. Rezultati preskusov prototipa kažejo, da je optimalno območje hoda VCM med 4 in 15 mm. Največji prenehaj ventila znaša okrog 10 %, nastavitveni čas pa je približno 30 ms pri odpiranju in 35 ms pri zapiranju. Rezultati preskusa dokazujejo, da ima ventil dobro statično in dinamično zmogljivost krmiljenja. Trenutno še ni primerjav med oljnimi in vodnimi hidravličnimi ventili glede vpliva pomanjkljivega mazanja na dinamični odziv na stopnico. To vprašanje je zelo zanimivo in bo navdih za boljše raziskave, ki jih še načrtujejo avtorji.

V študiji je podan predlog vodnega proporcionalnega hidravličnega ventila s hitrim odzivom. Prednosti VCM, ki sta izkoriščeni pri elektromehanskem pretvorniku ventila, sta visoka hitrost in natančnost krmiljenja. Nizka viskoznost in mazalnost vodnega medija zahtevata veliko silo za premikanje krmilnega bata. Za ojačevanje sile VCM je bil uporabljen ročni ojačevalnik. Dinamična zmogljivost in odpornost ventila proti motnjam sta bili izboljšani z regulacijo položaja v zaprti zanki s povratno zvezo. Rezultati testov dokazujejo, da ventil ohranja visoko odzivnost pri različnih tlakih. Pri novem hidravličnem ventilu z VCM je bistveno izboljšana dinamična zmogljivost v primerjavi s tradicionalnimi vodnimi proporcionalnimi ventili. VCM je tako lahko dobra zamenjava za elektromagnete pri tovrstnih ventilih.

**Ključne besede:** proporcionalni krmilni ventil, zvočniška tuljava, optimizacija, dinamična zmogljivost