

Regulacija sile hidravličnih aktuatorjev z dodatno hidravlično podajnostjo

Job Angel Ledezma Pérez – Edson Roberto De Pieri – Victor Juliano De Negri*

Zvezna univerza v Santa Catarini, Brazilija

V mnogih industrijskih aplikacijah obstaja potreba po nadzoru sile, npr. pri rokovanju z materialom ali pri obdelavah, kjer je vrh robota v stiku z opremo. Problem regulacije sile je kompleksnejši od problema regulacije položaja in praktična izvedba je pogosto težavnejša, saj je dinamika bremena del zaprtotčanega sistema. Eden od načinov za premagovanje problemov, povezanih s sistemi za regulacijo sile, je s povečanjem podajnosti, ki jo je mogoče aktivno ali pasivno upravljati oz. spreminjati. Pasivni podajni sistemi za nadzorovano silo potrebujejo za odzivanje brez oscilacij fleksibilno povezavo med aktuatorjem in bremenom, npr. z vzmetjo. Ta pristop omogoča shranjevanje energije in se uporablja pri varnostno kritičnih aplikacijah.

Stisljivost fluida v hidravličnih aktuatorjih zagotavlja učinek vzmeti, ki ga je mogoče opisati s hidravlično togostjo. Izkoristiti ga je mogoče s kapacitivnimi hidravličnimi komponentami, kot so gibke cevi ali zbiralniki. Da bi se izognili uporabi vzmeti, je v članku predstavljen pravi hidroelastični aktuator (PHEA), ki uporablja za zmanjšanje togosti prenosa samo hidravlične komponente. S takim pristopom je mogoče zagotoviti neposredno povezavo med aktuatorjem in bremenom, tako pa se poenostavi mehanska konstrukcija in prihrani prostor v aksialni smeri.

Uveden je analitični model za ocenjevanje ustrezne vrednosti hidravlične togosti in na osnovi tega je podan postopek za izbiro komercialne hidravlične gibke cevi po katalogu. Sposobnost upiranja premikom bremena zahteva čim manjšo hidravlično togost, vrednost pa mora biti vsaj večja ali enaka hidravlični togosti, ki je potrebna za zahtevano funkcijo. Zmogljivost sistema je opredeljena s kompromisom med hidravlično togostjo, proporcionalnim ojačenjem regulatorja in dolžino gibke cevi.

Predstavljen je nelinearni model, ki je bil validiran z eksperimentalnimi rezultati s preizkuševališča. Zasnovan je robustni regulator na osnovi kvantitativne teorije povratnih zank, ki zagotavlja izboljšano stabilnost, delovanje in odpornost sistema za regulacijo sile proti motnjam. V primerjavi s sistemi togih cevi se je izkazalo izboljšanje odziva sistema s hidravlično podajnimi komponentami na stopničaste spremembe sile. Zmanjšanje hidravlične togosti z uporabo gibkih cevi z velikim volumnim raztežkom prinese zmanjšanje izhodne impedance in odmiki bremena povzročijo manjše spremembe sile. Ker je sistem zaradi zmanjšanja hidravlične togosti bolj podajen in konzervativen, se zmanjša kompleksnost regulatorja in tako bi bilo mogoče uporabiti tudi druge vrste regulatorjev, vključno s klasičnim PID.

Glavni prispevek študije je torej v predstavitvi možnosti za hidravlično dodajanje podajnosti in s tem za regulacijo sil med aktuatorjem in zunanjim bremenom brez vzmeti, ter v določitvi analitičnega postopka za izbiro hidravličnih gibkih cevi, ki so potrebne za doseganje tega cilja. V prihodnjih raziskavah bi bilo treba razviti postopke izbire zbiralnikov s poudarkom na regulaciji sile in analizi hidravličnega blaženja za izboljšanje učinkovitosti regulacije sile pri sistemih s pravim hidroelastičnim aktuatorjem (PHEA).

Ključne besede: hidravlična regulacija sile, hidravlična podajnost, gibka cev z velikim volumnim raztežkom, regulacija QFT, stisljivost fluidov, dinamično modeliranje