

## Simulacija hidravličnega sistema bagra z nelinearnimi matematičnimi modeli

Paolo Casoli\* – Nicola Pompini – Luca Riccò  
Univerza v Parmi, Oddelek za industrijski inženiring, Italija

Najnovejše raziskovalne dejavnosti na področju mobilne hidravlike so usmerjene predvsem v optimizacijo sistemov, opredeljevanje novih konfiguracij sistemov in hibridizacijo sistemov. Vsi omenjeni pristopi so namenjeni varčevanju mobilne hidravlike z energijo za zmanjšanje porabe goriva in emisij onesnaževalcev. Za optimalno izkoriščanje novih sistemskih konfiguracij je treba razviti tudi optimalne strategije krmiljenja. Zato se povečuje zanimanje za razvoj novih sistemskih rešitev in njihovih strategij krmiljenja. Matematična orodja za opredelitev ustreznih krmilnih strategij so ključnega pomena za zadovoljitev zahtev po zanesljivejših in učinkovitejših sistemih. Pristop k matematičnemu modeliranju in metodologija, ki sta opisana v tem članku, obravnavata problem primernega dinamičnega modela sistema in kratkega računskega časa. Predstavljena metodologija je bila uporabljena za hidravlični bager. Po opisanem pristopu so bile opredeljene in modelirane glavne komponente podsistema tega gradbenega stroja.

Glavna črpalka s spremenljivo gibno prostornino in zaznavanjem obremenitve je bila modelirana samo ob upoštevanju dinamike nagibanja opletne plošče, ki ima najpočasnejšo dinamiko in najbolj vpliva na hidravlični sistem. Pri modeliranju aksialne batne črpalke s spremenljivo gibno prostornino je običajno treba upoštevati več fizikalnih pojavov za opredelitev sil na opletno ploščo, od sprememb tlaka v vsakem batu do interakcij med bati in opletno ploščo. Pristop k modeliranju, ki bi v celoti popisal omenjeni pojav, bi zahteval velike računske zmogljivosti in s tem dolg računski čas. Problem modeliranja dinamičnega vedenja opletne plošče brez upoštevanja sil, povezanih z bati, je bil razrešen s pomočjo izvirne eksperimentalne korelacije za izračun sile batov ter s karakterizacijo parametrov, ki vplivajo na dinamično vedenje opletne plošče. Smerni krmilni ventil je naslednji ključni element pri preučevanju konfiguracije in krmiljenja novega sistema. Modeliranje takšne komponente vključuje tudi dinamični model lokalnega tlačnega kompenzatorja. Za validacijo matematičnega modela podsistema je bil opravljen poseben eksperiment, ki je predstavljen v članku.

Naslednja pomembna značilnost hidravličnih sistemov je njihova togost zaradi velikega elastičnega modula pri stiskanju hidravlične tekočine. Togost zahteva zmanjšanje časovnega koraka pri reševanju diferencialnih enačb za porast tlaka v majhnih prostorninah. Zato so bile uporabljene tehnike združevanja volumskih območij in povečevanja prostornine za povečanje najmanjšega časovnega koraka, ki še zagotavlja točnost in zanesljivost rezultatov.

Predstavljena metodologija matematičnega modeliranja po eni strani omogoča točno modeliranje dinamičnega vedenja kompleksnega hidravličnega sistema s hitro simulacijo, po drugi strani pa zaradi uvedenih poenostavitev ni primerna za optimizacijo zasnove podsistema.

**Ključne besede:** modeliranje hidravličnega bagra, nelinearno modeliranje hidravličnega sistema, črpalka s spremenljivo gibno prostornino, zaznavanje obremenitve, delitev toka