

Optimizacija sistema vibroudarne kapsule

Yang Liu^{1,*} – Sheikh Islam¹ – Ekaterina Pavlovskaja² – Marian Wiercigroch²

¹ Univerza Roberta Gordona, Tehniška šola, Združeno kraljestvo

² Univerza v Aberdeenu, Center za aplikativne raziskave dinamike, Združeno kraljestvo

Namen članka je opis optimizacije premočrtnega napredovanja sistema vibroudarne kapsule.

Najprej so bile z eksperimentalno preiskavo na novem preizkuševališču ugotovljena najhitrejša in najbolj učinkovita napredovanja kapsule. Optimizirana sta bila krmilna parametra amplituda in frekvenca harmoničnega vzbujanja ter eden od sistemskih parametrov, t. j. razmerje togosti. V drugem koraku je bila preučena optimizacija oblike kapsule po metodi simulacije z računalniško dinamiko fluidov. Za najboljše napredovanje so bile zmanjšane na minimum sile upora in vzgona, ki delujejo na stacionarno kapsulo v cevi, skozi katero se pretaka fluid.

Pri reševanju problema je bil uporabljen pristop eksperimentalne raziskave in simulacije z računalniško dinamiko fluidov (CFD). Tematsko področje članka je dinamika in krmiljenje za optimizacijo sistema vibroudarne kapsule.

Primerjave eksperimentalnih rezultatov povprečnega napredovanja in učinkovitosti porabe energije potrjujejo, da krmilni parametri za najhitrejše napredovanje niso tudi najbolj učinkoviti. Sistem kapsule lahko tako deluje hitro ali pa energijsko učinkovito, odvisno od vsakokratnih zahtev. Rezultati CFD kažejo, da so sile upora in vzgon odvisni od dolžin kapsule in loka. Končno je bil pridobljen optimalen nabor dolžin kapsul in lokov.

Optimalni geometrijski parametri kapsule za najboljše napredovanje so bili določeni z minimizacijo sil upora in vzgona v simulaciji CFD, pri čemer je bila uporabljena stacionarna »idealna« kapsula v cevi, skozi katero se pretaka fluid. Privzeli smo zaprto preizkuševališče in v simulacijah CFD je bila upoštevana samo zunanja kapsula. V nadaljnjih raziskavah bi bilo mogoče s parametričnimi preiskavami te optimalne zasnove s tridimenzionalnim modeliranjem in časovno odvisnimi simulacijami pridobiti celovito razumevanje interakcij med kapsulo in fluidom ter natančno napovedati delovanje kapsule v realnih scenarijih. Naslednji korak modeliranja za optimizacijo oblik bi bil upoštevanje premikajoče se kapsule v toku fluida.

Članek obravnava dva optimizacijska problema: izbiro parametrov vzbujalne sile za pogon kapsule ter izbiro oblike kapsule za najmanjšo silo upora. Cilj v obeh primerih je zagotavljanje najboljšega napredovanja sistema kapsule.

Novost pri tem sistemu vibroudarne kapsule je v tem, da ni potreben noben zunanji pogonski mehanizem, zato je lahko sistem zaprt in se premika neodvisno po kompleksnem okolju.

Ugotovitve v tem članku so pomembne za snovanje in izdelavo prototipov v poljubnem povečanem ali pomanjšanem merilu.

Ključne besede: sistem kapsule, vibroudarec, eksperiment, optimizacija, simulacija CFD, učinkovitost, pregled cevi