

NUMERIČKO MODELIRANJE INTERAKCIJE IZMEĐU VISKOPLASTIČNOG FLUIDA I VISKOELASTIČNOG ČVRSTOG TIJELA

NUMERICAL MODELING OF THE INTERACTION BETWEEN A VISCOPLASTIC FLUID AND A VISCOELASTIC SOLID

Jaber Almutairi¹, Almin Halač², Amra Hasečić^{*2}, Ejub Džaferović²,

¹Department of mechanical power, College of technological studies
(PAAET), Shuwaikh, Kuwait

²Univerzitet u Sarajevu, Mašinski fakultet Sarajevo,
Bosna i Hercegovina

Ovaj rad predstavlja primjenu i razvoj metode konačnih volumena za rješavanje problema interakcije između viskoplastičnog fluida i viskoelastičnog čvrstog tijela. Osnovne jednačine bilansa mase i količine kretanja u integralnom obliku sa odgovarajućim konstitutivnim relacijama su diskretizovane i riješene. Viskoplastični fluid je predstavljen kao Cassonov fluid, dok je viskoelastično čvrsto tijelo opisano konvolucijskim integralom. Jednačina količine kretanja za viskoelastično čvrsto tijelo napisana je u inkrementalnom obliku. Metoda se zasniva na transformaciji sistema nelinearnih jednačina u integralnom obliku u sistem linearnih algebarskih jednačina, diskretizacijom vremena, prostora i jednačina. Ista numerička metoda se primjenjuje na interakciju fluid-čvrsto. Povezivanje na interfejsu između domena vrši se posebnim postupkom interpolacije.

Kao primjer interakcije viskoplastičnog fluida i viskoelastičnog čvrstog tijela, izvršena je analiza protoka krvi kroz arteriju i cijev sa djelimičnim začepljenjem. Analizirani primjeri pokazuju da se ova metoda može uspješno koristiti za analizu viskoplastičnog strujanja i viskoelastične deformacije, kao i za interakciju ova dva materijala u različitim geometrijskim uslovima.

Ključne reči: viskoplastični fluid; viskoelastičnost; konvolucijski integral; kontrolna zapremina; interakcija

This study presents an application and development of the finite volume method to the solution of problems of interaction between viscoplastic fluid and viscoelastic solid. The governing equations of mass and momentum balance in an integral form with corresponding constitutive relations are discretised and solved. The viscoplastic fluid is presented as Casson fluid, while the viscoelastic material is described by a convolution integral. The momentum equation for a viscoelastic solid is written in incremental form. The method is based on a transformation of the system of nonlinear equations in integral form into a system of non-linear algebraic equations, by discretisation of the time, space and equations. The same numerical method is applied to fluid-solid interaction. Coupling at the interface between domains is performed by a special interpolation procedure.

* Corresponding author: hasecic@mef.unsa.ba
<https://orcid.org/0000-0003-3928-1121>

Jaber Almutairi: <https://orcid.org/0000-0002-7827-1826>

Almin Halač: <https://orcid.org/0000-0003-3539-6562>

Ejub Džaferović: <https://orcid.org/0000-0002-2570-2565>

As an example of the interaction of viscoplastic fluid and viscoelastic solid, an analysis of the blood flow, through an artery and a pipe with an obstacle is performed. The cases studied show that the present method can be successfully used for the analysis of viscoplastic flow and viscoelastic deformation, as well as for the interaction of these two materials in different geometrical conditions.

Key words: *viscoplastic fluid; viscoelastic solid; blood flow*