

Ροές ιξωδοπλαστικών ρευστών με ρεολογικές παραμέτρους εξαρτώμενες από την πίεση σε μη συμμετρικούς αγωγούς

Παντελίτσα Πανασέτη, Γιώργος Χρ. Γεωργίου¹

Τμήμα Μαθηματικών και Στατιστικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τ.Θ. 20537, 1678 Λευκωσία, Κύπρος

¹: E-mail: georgios@ucy.ac.cy, Τηλ. +357292612

Ιάσωνας Ιωάννου

Department of Mechanical and Process Engineering, ETH Zurich, Sonneggstrasse 3, 8092 Zurich, Switzerland

Στην εργασία αυτή επεκτείνουμε μια μέθοδο που προτάθηκε πρόσφατα [1,2] για την επίλυση της λιπαντικής ροής ρευστού Herschel-Bulkley σε ένα μακρύ μη συμμετρικό κανάλι τα τοιχώματα του οποίου ορίζονται από δύο συναρτήσεις $h_1(x)$ και $h_2(x)$ όπου $h_2(x) > h_1(x)$ και το άθροισμα $h_1(x) + h_2(x)$ είναι γραμμικό. Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι αποφεύγει το λεγόμενο λιπαντικό παράδοξο [3] και προσεγγίζει ορθά τη μορφή της επιφάνειας διαρροής ακόμα και στην προσέγγιση μηδενικής τάξης [1,2]. Τόσο ο δείκτης συνάφειας όσο και η τάση διαρροής του ρευστού θεωρούνται ότι μεταβάλλονται με την πίεση, σε συμφωνία με πειραματικά δεδομένα για ιξωδοπλαστικά ρευστά που χρησιμοποιούνται στην εξόρυξη πετρελαίου [4]. Με την παραδοχή της λιπαντικής ροής (lubrication approximation), η πίεση μηδενικής τάξης εξαρτάται μόνο από το x , δεν είναι συζευγμένη με τις συνιστώσες της ταχύτητας και διέπεται από μια ολοκληρωτικό-διαφορική εξίσωση πρώτης τάξης. Οι δύο επιφάνειες διαρροής που ορίζουν την περιοχή μη διαρροής μεταξύ των δύο περιοχών διαρροής κοντά στα δύο τοιχώματα δίνονται από τις $\sigma_1(x) = -h_1(x)/2n + (1+1/2n)h_2(x) - C/2$ και $\sigma_2(x) = h_1(x) + h_2(x) - \sigma_1(x)$, όπου n ο εκθέτης του ρευστού Herschel-Bulkley και C μια σταθερά που εξαρτάται από τον αριθμό Bingham και τους αδιάστατους αριθμούς αύξησης του δείκτη συνάφειας και της τάσης διαρροής. Ένα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό της μη συμμετρικής ροής είναι το ότι η περιοχή μη διαρροής κινείται όχι μόνο στην κατεύθυνση της ροής αλλά και στην εγκάρσια κατεύθυνση. Οι δύο συνιστώσες της ταχύτητας υπολογίζονται μέσω αναλυτικών εκφράσεων που περιλαμβάνουν την πίεση και τις δύο επιφάνειες διαρροής. Η μέθοδος εφαρμόζεται εφόσον η περιοχή μη διαρροής εκτείνεται συνεχώς από την είσοδο μέχρι την έξοδο του καναλιού. Ημι-αναλυτικές λύσεις έχουν βρεθεί για κανάλια με $h_1 = 0$ και γραμμικό h_2 . Στην εργασία συζητούμε αποτελέσματα που καταδεικνύουν τις επιδράσεις του αριθμού Bingham και των αριθμών αύξησης του δείκτη συνάφειας και της τάσης διαρροής.

Ευχαριστίες

Ο Ι. Ιωάννου υποστηρίζεται με υποτροφία του Ιδρύματος Ωνάση.

Βιβλιογραφία

1. P. Panaseti, Y. Damianou, G.C. Georgiou, K.D. Housiadas, Pressure-driven flow of a Herschel-Bulkley fluid with pressure-dependent rheological parameters, *Phys. Fluids* 30, 030701 (2018).
2. L. Fusi, Channel flow of viscoplastic fluids with pressure-dependent rheological parameters, *Phys. Fluids* 30, 073102 (2018).
3. I.A. Frigaard, D.P. Ryan, Flow of a visco-plastic fluid in a channel of slowly varying width, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* 123, 67-83 (2004).
4. J. Hermoso, F. Martinez-Boza, C. Gallegos, Combined effect of pressure and temperature on the viscous behaviour of all-oil drilling fluids, *Oil & Gas Science and Technology - Rev. IFP Energies nouvelles* 69, 1283-1296 (2014).