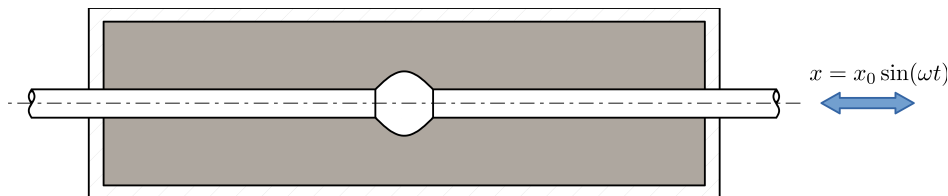


ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΙΞΩΔΟΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΣΕ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑ ΕΚΒΟΛΗΣ

Αλέξανδρος Συράκος¹, Ιωάννης Δημακόπουλος¹, Γεώργιος Γεωργίου²

1. Εργαστήριο Υπολογιστικής Ρευστομηχανικής, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 26504, Ελλάδα
2. Τμήμα Μαθηματικών και Στατιστικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λευκωσία 1678, Κύπρος

Μια κατηγορία υστερητικών αποσβεστήρων λειτουργεί στη βάση της πλαστικής παραμόρφωσης κάποιου υλικού, η οποία μετατρέπει την απορροφώμενη ενέργεια σε θερμότητα. Τέτοιου είδους αποσβεστήρες έχουν χρησιμοποιηθεί π.χ. για την σεισμική προστασία κτιρίων (Robinson et al. 1987). Ένας τύπος αποσβεστήρα αυτής της κατηγορίας αποτελείται από ένα κυλινδρικό δοχείο που περιέχει το ιξωδοπλαστικό υλικό, το οποίο διαπερνάται κατά μήκος του κυλίνδρου από μια ράβδο με ένα εξόγκωμα (Σχήμα 1). Όταν το φορτίο που δέχεται ο αποσβεστήρας ξεπεράσει μια οριακή τιμή, η ράβδος κινείται κατά τον άξονά της και το εξόγκωμα προκαλεί διαρροή του ιξωδοπλαστικού υλικού, με τις διατμητικές τάσεις να μετατρέπουν την απορροφώμενη ενέργεια σε θερμότητα.



Σχήμα 1: Η αξονοσυμμετρική γεωμετρία του προβλήματος. Ο άξονας συμμετρίας, κατά μήκος του οποίου ταλαντώνεται η ράβδος με το εξόγκωμα, καταγράφεται με αλυσιδωτή γραμμή. Ο υπολογιστικός χώρος, ο οποίος περιέχει υλικό τύπου Bingham, εμφανίζεται σκιασμένος στο σχήμα, και μεταβάλλεται με το χρόνο καθώς η θέση του εξογκώματος μεταβάλλεται.

Η παρούσα εργασία επιχειρεί τη διερεύνηση αυτών των διεργασιών μέσω αριθμητικών προσομοιώσεων. Σαν πρώτη προσέγγιση το παραμορφούμενο υλικό θεωρείται ότι είναι ιξωδοπλαστικό τύπου Bingham και σταθερής θερμοκρασίας. Η ράβδος με το εξόγκωμα εκτελεί ημιτονοειδή ταλάντωση κατά τον άξονά της (Σχήμα 1). Η αριθμητική μέθοδος επίλυσης βασίζεται στην μέθοδο πεπερασμένων όγκων που περιγράφεται από τους Syrakos et al (2013), με κατάλληλες όμως τροποποιήσεις λόγω της αυξημένης πολυπλοκότητας του προβλήματος (χρονικά μεταβαλλόμενη περιοχή του υλικού, αξονική συμμετρία, συνοριακές συνθήκες ολίσθησης). Οι εξισώσεις συνέχειας και ορμής μαζί με την καταστατική εξίσωση Bingham, ομαλοποιημένη κατά Παπαναστασίου (1987), διακριτοποιούνται σε ένα καμπυλόγραμμο πλέγμα το οποίο μεταβάλλεται με τον χρόνο ακολουθώντας την κίνηση του εξογκώματος. Για την διακριτοποίηση χρησιμοποιούνται κεντρικές διαφορές στον χώρο και ένα πεπλεγμένο σχήμα τριών επιπέδων στον χρόνο, ονομαστικής ακρίβειας δεύτερης τάξης. Όσον αφορά τις συνοριακές συνθήκες, μεταξύ του ιξωδοπλαστικού υλικού και των στερεών τοιχωμάτων θεωρούμε ότι λαμβάνει χώρα κάποια ολίσθηση, γεγονός που αφ' ενός είναι πιο αντιπροσωπευτικό των πραγματικών συνθηκών απ' ότι η συνθήκη μη-ολίσθησης, και αφ' ετέρου παρακάμπτει το πρόβλημα της ασυνέχειας στα σημεία επαφής της κινούμενης ράβδου με τον ακίνητο περιβάλλοντα κύλινδρο, που θα καθιστούσε δυσχερή τον υπολογισμό της δύναμης που ασκείται στην ράβδο εάν χρησιμοποιούνταν η συνοριακή συνθήκη μη-ολίσθησης. Τα συστήματα αλγεβρικών εξισώσεων που προκύπτουν από την διακριτοποίηση επιλύονται με τον αλγόριθμο SIMPLE με επιτάχυνση πολλαπλών πλεγμάτων (multigrid).

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Papanastasiou, T.C. (1987), Flows of materials with yield, *Journal of Rheology* 31: 385–404.

Robinson, W.H. and Cousins, W.J. (1987), Recent developments in lead rubbers for base isolation, *Proc. Pacific Conference on Earthquake Engineering*, 5-8 August 1987, Wairakei, New Zealand National Society for Earthquake Engineering, Volume 2, 279-284.

Syrakos A., Georgiou G.C., Alexandrou A.N. (2013), Solution of the square lid-driven cavity flow of a Bingham plastic using the finite volume method, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* 195: 19–31.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:

Η ανωτέρω εργασία χρηματοδοτείται μερικώς από την ΓΓΕΤ μέσω του Προγράμματος «Θαλής» με τίτλο COVISCO και του Προγράμματος ερευνητικής συνεργασίας Ελλάδας – Ισραήλ με τίτλο PHARMAMUDS.