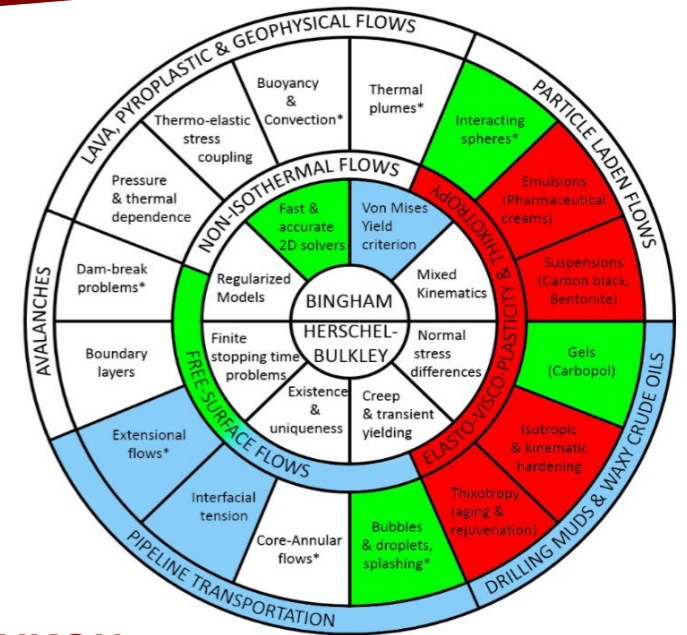




ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Περιγραφή Χρηματοδοτούμενου Ερευνητικού Έργου
1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την
ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την
προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας



Τίτλος Ερευνητικού Έργου: ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΡΟΗ ΕΛΑΣΤΟ-ΙΞΩΔΟΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Επιστημονικός/ή Υπεύθυνος/η: ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΣΑΜΟΠΟΥΛΟΣ

Φιλικός προς τον αναγνώστη τίτλος: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΡΕΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΟΠΩΣ ΑΙΩΡΗΜΑΤΑ, ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΑ, ΤΟ ΑΡΓΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ, ΠΟΛΛΑ ΤΡΟΦΙΜΑ, ΚΑΛΛΥΝΤΙΚΑ, ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ, ΚΛΠ.

Επιστημονική Περιοχή: ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Φορέας Προέλευσης και Χώρα: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ, ΕΛΛΑΔΑ

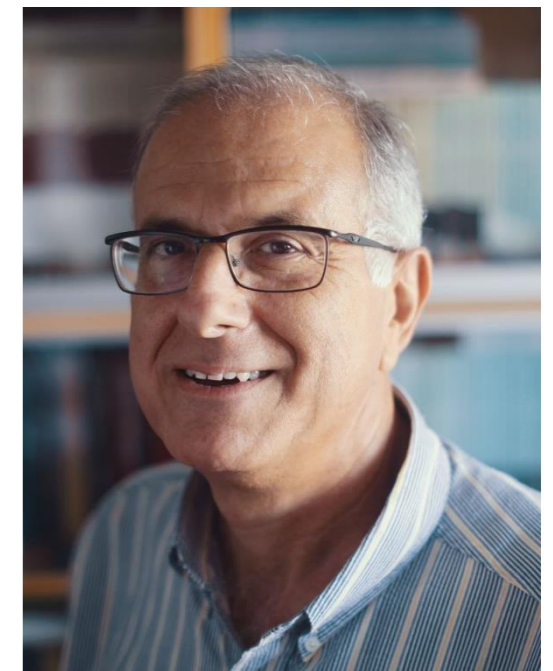
Φορέας Υποδοχής: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Συνεργαζόμενοι Φορείς: UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA (CANADA) & CNRS-BORDEAUX (FRANCE)

Ιστοσελίδα προβολής του Έργου
(αν υφίσταται): <http://fluidslab.chemeng.upatras.gr/>

Ποσό Χρηματοδότησης: 188,000 €

Διάρκεια Χρηματοδότησης: 3 ΧΡΟΝΙΑ



Σύνοψη Ερευνητικού Έργου

Η προτεινόμενη έρευνα επικεντρώνεται στην πρόβλεψη και στον έλεγχο της παραμόρφωσης και της ροής μιας ομάδας σύνθετων υλικών άφθονων στη φύση και στη βιομηχανία, που ονομάζονται υλικά με τάση διαρροής (Yield-Stress, YS) ή ελάστο-ιξωδο-πλαστικά (EVP) υλικά. Αυτά αρχίζουν να ρέουν όταν τους εφαρμόζεται επαρκής τάση, σύμφωνα με το κριτήριο von Mises, διαφορετικά συμπεριφέρονται ως στερεά. Η απαιτούμενη τάση για την εκκίνηση της ροής τους είναι σημαντική στην παραγωγή, αποθήκευση, μεταφορά, συσκευασία και χρήση τους. Οι συνθήκες για την ρευστοποίησή τους και η επιφάνεια που αυτή λαμβάνει χώρα μέσα στο υλικό, η ονομαζόμενη "επιφάνεια διαρροής", παίζουν σημαντικό ρόλο στις σχετικές διεργασίες.

Η μετρούμενη τάση διαρροής εξαρτάται από τη μέθοδο μέτρησης και τις διαφορετικές συνθήκες διεξαγωγής της. Υπάρχει ποικιλία προσεγγίσεων για προτυποποίηση των YS υλικών σε Βιομηχανίες και Πανεπιστήμια, χωρίς γενική συναίνεση. Συνεπώς, η πρόκληση της πρόβλεψης της ροής τους είναι σαφής καθώς οι ερευνητές επικεντρώνονται μόνο σε συγκεκριμένο υλικό, οικογένεια υλικών ή εφαρμογή, ενώ είναι επιτακτική η θέσπιση αποτελεσματικής και σωστής προσέγγισης ώστε να επιτύχουμε (α) ακριβή προσδιορισμό των ρεολογικών ιδιοτήτων τους, (β) ανάπτυξη ακριβέστερων καταστατικών προτύπων, (γ) καθιέρωση κατευθυντήριων γραμμών για βέλτιστη χρήση τους, και (δ) ακριβή υπολογισμό της παραμόρφωσης και ροής τους σε σύνθετες γεωμετρίες, λαμβάνοντας υπόψη την ασυνεχή συμπεριφορά τους στην επιφάνεια διαρροής.

Σκοπός αυτής της έρευνας είναι η ανάπτυξη καταστατικών προτύπων για EVP υλικά και η δοκιμή τους σε ομογενείς ρεολογικές ροές και συγκεκριμένες πρακτικές και σύνθετες ροές και διακρίνεται στα εξής: (α) Ανάπτυξη προτύπου με ενσωμάτωση φυσικών μηχανισμών που λαμβάνουν χώρα στη μεσοκλίμακα και δοκιμή του σε απλές ροές, (β) Χρήση υπάρχοντων και νέων EVP προτύπων σε ροές σωματιδίων και (γ) Μελέτη χρονικά μεταβαλλόμενων ροών, όπως εκτατικές ροές και έναρξη ροής VP και EVP υλικών.

Πρωτοτυπία του Ερευνητικού Έργου

Μια συνήθης υπόθεση για τη ρεολογική προτυποποίηση ΥΣ υλικών ήταν η ιδανική τους συμπεριφορά, σύμφωνα με την οποία είναι είτε εντελώς άκαμπτα στερεά είτε ρέουν ως γενικευμένα Νευτώνεια υγρά, αμελώντας ελαστικά και θιξοτροπικά φαινόμενα. Για παράδειγμα, πηκτώματα Carborol υποτίθεται ότι ρευστοποιούνται αμέσως όταν η δεύτερη αναλλοίωτη των τάσεων υπερβαίνει την τάση διαρροής (κριτήριο von Mises). Ωστόσο, με αυτήν την υπόθεση δεν μπορεί να προβλεφθεί η πειραματικά παρατηρούμενη απώλεια συμμετρίας ή η εμφάνιση οξείας γωνίας στο σχήμα μιας φυσαλίδας στην έρπουσα ροή της λόγω άνωσης. Η αδυναμία πρόβλεψης προκαλείται από την παράλειψη ελαστικότητας στην καταστατική εξίσωση.

Ήμασταν από τους πρώτους παγκοσμίως που παρουσιάσαμε την ιδέα των EVP υλικών και προβλέψαμε με ακρίβεια τα πειραματικά δεδομένα για μια σφαίρα που πέφτει σε Carborol. Μια άλλη αμφιλεγόμενη πρόταση ήταν ότι στις εκτατικές ροές η δεύτερη αναλλοίωτη των τάσεων δεν επαρκεί για να προβλέψει την ρευστοποίηση του υλικού. Αυτό δείχνει τη δυσκολία σωστού προσδιορισμού του κριτηρίου ρευστοποίησης για διαφορετικά υλικά σε διαφορετικές ροές. Πρόσφατα εισήχθη η ιδέα της θιξοτροπίας, αλλά οι περισσότεροι ερευνητές την χρησιμοποίησαν παραβλέποντας τα αποτελέσματα που προκαλούνται από την κινηματική σκλήρυνση, καθώς η θιξοτροπία μελετήθηκε εκτενώς νωρίτερα. Η θιξοτροπία εισήχθη σε συστήματα ΥΣ με βάση μια δομική παράμετρο, που υπολογίζεται από μια εξίσωση εξέλιξης που περιέχει τους ανταγωνιστικούς όρους γήρανσης και αναζωογόνησης του υλικού.

Σε αυτήν την ερευνητική προσπάθεια θα συνδυάσουμε ελαστική και θιξοτροπική συμπεριφορά για να αναπτύξουμε ένα γενικά εφαρμόσιμο μοντέλο EVP και να το δοκιμάσουμε σε ρεομετρικές και πρακτικές ροές. Μια σημαντική δυσκολία στον υπολογισμό των ροών των EVP υλικών είναι η ασυνέχεια που προκύπτει στην επιφάνεια διαρροής. Με το μοντέλο μας, τα πεδία ροής και τάσης θα υπολογίζονται σε ολόκληρο το χώρο που καταλαμβάνει το υλικό και η επιφάνεια διαρροής θα υπολογίζεται εκ των υστέρων, επειδή το μοντέλο μας θα ισχύει τόσο στην στερεή όσο και στην ρευστή περιοχή.

Αναμενόμενα αποτελέσματα & Αντίκτυπος του Ερευνητικού Έργου

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του ερευνητικού μας έργου θα έχουμε αναπτύξει ένα ρεολογικό μοντέλο για ελαστο-ιξωδο-πλαστικά υλικά που θα περιλαμβάνει ελαστικά και θιξοτροπικά φαινόμενα. Το μοντέλο θα έχει πιστοποιηθεί σε ρεολογικές ροές και χρησιμοποιηθεί σε ροές με πρακτική σημασία. Για παράδειγμα, θα εξεταστεί η εκτόπιση και κίνηση αργού πετρελαίου από ταμιευτήρες στο υπέδαφος ή σε υποθαλάσσιους αγωγούς μεταφοράς του, αλλά και ροές όπου EVP υλικά, π.χ. Carborol, περιέχουν σωματίδια. Αυτές είναι σημαντικές για την ευστάθεια γαλακτωμάτων και αιωρημάτων, όπως κίνηση, αλληλεπίδραση και παραμόρφωση σταγόνων ή φυσαλίδων λόγω άνωσης. Επίσης θα μελετηθούν εκτατικές ροές και θα επιδιώξουμε την ανάπτυξη μεθόδου μέτρησης επιφανειακών ιδιοτήτων τους όπως η επιφανειακή τάση, κάτι το οποίο είναι εξαιρετικά δύσκολο λόγω της παρεμβολής της τάσης διαρροής.

Τα τελευταία χρόνια, τα ερευνητικά ενδιαφέροντα παγκοσμίως έχουν διπλή εστίαση: καθαρότερο περιβάλλον και οικονομική ανάπτυξη. Σημαντικά στοιχεία για την επίτευξή τους, είναι ο καλύτερος χαρακτηρισμός, η προτυποποίηση, η παραγωγή και επεξεργασία σύνθετων υλικών και προσθέτων.

Βιομηχανίες που παράγουν ή χρησιμοποιούν ΥΣ υλικά είναι: εκτύπωση, χαρτοποιία, υγειονομική περίθαλψη, κατασκευή κτιρίων, καλλυντικά, επεξεργασία τροφίμων, επεξεργασία αποβλήτων. Παρά τη σπουδαιότητά τους, συχνά δεν μπορούν να προβλεφθούν ούτε βασικά τους χαρακτηριστικά, όπως η απαιτούμενη ελάχιστη πτώση πίεσης για να ξεκινήσει μια ροή, που σημαίνει ότι ολόκληρες διεργασίες σχεδιάζονται εμπειρικά. Επιπλέον, η ροή τους καθορίζει το μέγεθος φυσικών καταστροφών όπως: ροή λάσπης, λάβας και χιονοστιβάδων που είναι όλα υλικά που εμφανίζουν τάση διαρροής. Συνεπώς η ζημιά από αυτές τις καταστροφές δεν μπορεί να προληφθεί.

Μια άλλη σημαντική παράμετρος είναι η εκπαίδευση νέων επιστημόνων στην ανάπτυξη και εφαρμογή των παραπάνω και στην συνέχεια η απασχόλησή τους στις σχετικές βιομηχανίες για την σωστή πρόβλεψη και έλεγχο των ροών τους, την ανάπτυξη αξιόπιστων καταστατικών προτύπων, ώστε πολυάριθμες βιομηχανίες, να παραμείνουν ανταγωνιστικές και να μειώσουν τις απαιτήσεις τους σε φυσικούς πόρους (π.χ. νερό).

Η σημασία της χρηματοδότησης

Ήμασταν η πρώτη ερευνητική ομάδα που χρησιμοποίησε μοντέλο EVP στη σύνθετη ροή γύρω από σωματίδιο λόγω άνωσης. Έτσι εξηγήσαμε πειραματικές παρατηρήσεις, που ήταν ακατανόητες για την επιστημονική κοινότητα για περισσότερο από 10 χρόνια και έλαβα το «μετάλλιο Bingham» κατά τη διάρκεια διεθνούς συνεδρίου. Στην ευρέως χρησιμοποιούμενη δημοσίευσή μας, δείξαμε ότι η ελαστικότητα επηρεάζει τη ροή γέλης Carborol, ενώ αυτή είχε θεωρηθεί ιδανικό VP υλικό, μεταβάλλοντας τόσο τις επιφάνειες διαρροής όσο και την κρίσιμη τάση για έναρξη ροής. Με το προτεινόμενο ερευνητικό πρόγραμμα, σκοπεύουμε να επεκτείνουμε τις προσπάθειές μας και να συμπεριλάβουμε στο μοντέλο μας θιξοτροπία. Αυτό είναι στόχος πολλών ερευνητικών ομάδων ανά τον κόσμο, αλλά πιστεύουμε ότι με την παρούσα χρηματοδότηση θα παραμείνουμε στην πρωτοπορία. Η εφαρμογή των νέων μοντέλων σε πολύπλοκες ροές βιομηχανικού ενδιαφέροντος και στην εξερεύνηση αργού πετρελαίου στην Ελλάδα είναι ο δεύτερος μακροπρόθεσμος στόχος της ομάδας μας και η προτεινόμενη ερευνητική προσπάθεια θα ανοίξει νέους δρόμους για το εργαστήριό μας.



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Λ. Συγγρού 185 & Σάρδεων 2
ΤΚ. 17121, Νέα Σμύρνη, Ελλάδα
210 64 12 410, 420
communication@elidek.gr
www.elidek.gr