



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και
Τεχνολογίας

Πτυχιακή εργασία

**ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟ-ΔΟΜΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ
ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ ΣΕ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ COUETTE**

Αλκιβιάδης Χαραλάμπος

Λεμεσός, Μάϊος 2025

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΜΗΧΑΝΟΛΩΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΛΙΚΩΝ
MIMEMU

Πτυχιακή εργασία

ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟ-ΔΟΜΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ
ΑΙΜΑΤΟΣ ΣΕ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ COUETTE

του

Αλκιβιάδης Χαραλάμπους

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Ευστάθιος Καλυβιώτης

Λεμεσός, Μάιος 2025

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Αλκιβιάδης Χαραλάμπους, 5^ο έτος

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος - All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες προς τους γονείς μου, τους φίλους, για την βοήθεια και συμπαράσταση τους κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας και των σπουδών μου. Επίσης να ευχαριστήσω τον επιβλέπον καθηγητή μου Δρ. Ευστάθιο Καλυβιώτη για την υποστήριξη, την καθοδήγηση του στην πτυχιακή εργασία και την ευκαιρία που μου δόθηκε για να εμπλακώ και να μελετήσω αυτόν τον τομέα της μηχανολογίας. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη του εργαστηρίου, κυρίως τον Μιχάλη Χρυσοστόμου, και τους συμφοιτητές μου, Ανδρέα Κουφοπάυλου, Ιζαβέλα Μιχαηλίδου και Γίαγκο Μιχαήλ που δουλέψαμε μαζί στο εργαστήριο και που βοήθησαν στην ανταλλαγή απόψεων και ιδεών στην υλοποίηση των πτυχιακών εργασιών μας. Η στήριξή τους και ενθάρρυνσή τους με έκαναν να ξεπεράσω τις προκλήσεις και να παραμείνω προσηλωμένος στους στόχους μου. Η πίστη τους στις ικανότητές μου με βοήθησε να εργαστώ σκληρά και να δώσω όλη μου την δύναμη στην παρών εργασία. Χωρίς τη στήριξή τους, αυτή η προσπάθεια δεν θα ήταν τόσο αποτελεσματική.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στην ανάλυση δειγμάτων Phosphate Buffered Saline (PBS), το οποίο είναι μίγμα αλάτων καλίου και νατρίου, με ερυθρά αιμοσφαίρια και του ολικού αίματος (WB) σε διαφορετικούς ρυθμούς διάτμησης. Ο στόχος είναι η κατανόηση της συσσωμάτωσης των κυττάρων και της ταχύτητας τους. Η διαδικασία ανάλυσης περιλαμβάνει τη συλλογή και προετοιμασία δειγμάτων αίματος, τα οποία υποβάλλονται σε διάφορους ρυθμούς διάτμησης. Στη συνέχεια υποβάλλονται σε εξέταση με τον κατάλληλο εξοπλισμό που προσφέρουν τα εργαστήρια του ΤΕΠΑΚ.

Με την βοήθεια του λογισμικού MATLAB γίνεται ανάλυση των δεδομένων μέσω κώδικα που δημιουργήθηκε για μελέτη εικόνων. Ο κώδικας επιτρέπει την επεξεργασία των εικόνων με την εξαγωγή ποσοτικών παραμέτρων που αφορούν τη συσσωμάτωση και την ταχύτητα των κυττάρων. Από το MATLAB χρησιμοποιείται επίσης και το εργαλείο PIVLAB για ανάλυση της ταχύτητας των δειγμάτων σε όλους τους ρυθμούς διάτμησης που καταγράφονται. Τα αποτελέσματα συγκρίνονται για συσχετίσεις μεταξύ τους για ταχύτητας ροής και του βαθμού συσσωμάτωσης, δίνοντας έτσι πολύτιμες πληροφορίες για τη συμπεριφορά του WB και των ερυθρών κυττάρων με PBS.

Τέλος, τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν μέσω γραφημάτων και δείχνουν χρήσιμα στοιχεία για τη μικρορολογική συμπεριφορά του αίματος. Αυτά τα γραφήματα αντικατοπτρίζουν δείκτες σύγκρισης που προσφέρουν μια οπτική και εύκολη σύγκριση των διαφόρων παραμέτρων, συμβάλλοντας έτσι στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη δυναμική και συμπεριφορά του WB και PBS. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συσσωμάτωση μειώνεται με την αύξηση του ρυθμού διάτμησης, ενώ το WB παρουσίασε μεγαλύτερη τάση συσσωμάτωσης από το PBS. Η ταχύτητα των κυττάρων αυξήθηκε με τον ρυθμό διάτμησης. Διαπιστώθηκε επίσης αρνητική συσχέτιση μεταξύ ταχύτητας και συσσωμάτωσης. Η επίδραση του τοιχώματος ήταν εμφανής στις μετρήσεις μεταξύ Plane 1 και Plane 3. Επίσης η ανάλυση σχέσεις συσσωμάτωσης και ταχύτητας, μαζί με την μικρορολογική ανάλυση έδειξαν τη μεταβαλλόμενη διαφορά του ιξώδους ανάμεσα στο WB και PBS. Η έρευνα συνεισφέρει στη βαθύτερη κατανόηση της αιματικής ροής και της σημασίας της στη διάγνωση.

ABSTRACT

The thesis focuses on the analysis of Phosphate Buffered Saline (PBS) samples, which is a mixture of potassium and sodium salts, with red blood cells and whole blood (WB) at different shear rates. The goal is to understand the aggregation of cells and their speed. The analysis process includes the collection and preparation of blood samples, which are subjected to various shear rates. They are then subjected to examination with the appropriate equipment offered by the laboratories of the Technical University of Athens.

With the help of MATLAB software, data analysis is performed through a code created for image study. The code allows the processing of images by extracting quantitative parameters related to cell aggregation and speed. The PIVLAB tool is also used from MATLAB to analyze the speed of the samples at all recorded shear rates. The results are compared for correlations between flow velocity and the degree of aggregation, thus providing valuable information on the behavior of WB and red cells with PBS.

Finally, the results were presented through graphs and show useful data on the microrheological behavior of blood. These graphs reflect comparison indices that offer a visual and easy comparison of the various parameters, thus contributing to the drawing of conclusions about the dynamics and behavior of WB and PBS. The results showed that aggregation decreases with increasing shear rate, while WB showed a greater tendency to aggregate than PBS. The cell velocity increased with shear rate. A negative correlation was also found between velocity and aggregation. The wall effect was evident in the measurements between Plane 1 and Plane 3. Also, the analysis of aggregation and velocity relationships, together with the microrheological analysis, showed the changing difference in viscosity between WB and PBS. The research contributes to a deeper understanding of blood flow and its importance in diagnosis.