



ΕΘΝΙΚΟ
ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Α.Π. : 2660
Αθήνα, 3/5/23

ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

Προς τα Μέλη ΔΕΠ της
Σχολής Μηχ/γων
Μηχ/κών

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Σας προσκαλούμε στην παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής του Υ.Δ. κ. **Ρόγκα Νικολάου**, διπλωματούχου **Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ**, την οποία εκπόνησε στον Τομέα Μηχανολογικών Κατασκευών & Αυτομάτου Ελέγχου. Η παρουσίαση θα πραγματοποιηθεί τη Δευτέρα 8 Μαΐου 2023 ώρα 13:00 στην αίθουσα Πολυμέσων της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του ΕΜΠ, Πολυτεχνειούπολη- Ζωγράφου. Ο ελληνικός τίτλος της Διδακτορικής Διατριβής είναι ο εξής:

«Μοντελοποίηση, σχεδιασμός και βελτιστοποίηση πολύδισκων συμπλεκτών υγρής τριβής»

Ο Κοσμήτορας της Σχολής

Ν. Μαρμαράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της Διδακτορικής Διατριβής είναι η μοντελοποίηση, ο σχεδιασμός και η βελτιστοποίηση πολύδισκων συμπλεκτών υγρής τριβής. Ο πολύδισκος υγρός συμπλέκτης είναι ένα στοιχείο μηχανής που μεταφέρει την κίνηση δια περιστροφής μέσω δυνάμεων τριβής και βρίσκει εφαρμογή σε πολλά προηγμένα συστήματα μετάδοσης ισχύος. Η Διατριβή στοχεύει να προτείνει νέες, πιο ακριβείς προσεγγίσεις μοντελοποίησης και προσομοίωσης του συμπλέκτη που οδηγούν στην πρόβλεψη σημαντικών λειτουργικών χαρακτηριστικών και δεν έχουν έως τώρα διερευνηθεί στη βιβλιογραφία. Επιπλέον εξετάζεται η επίδραση παραμέτρων λειτουργίας που έχουν μέχρι τώρα εξεταστεί ανεπαρκώς αλλά, όπως αποδεικνύεται, επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση του συμπλέκτη. Για να επιτευχθεί αυτό, εξετάζονται ταυτόχρονα οι δύο φάσεις λειτουργίας: η φάση της σύμπλεξης όπου μεταφέρεται η απαιτούμενη ροπή και η κατάσταση της ανοικτής λειτουργίας όπου ο συμπλέκτης δρα ως πηγή απωλειών ισχύος για το σύστημα μετάδοσης κίνησης λόγω της ροής του λιπαντικού. Η μοντελοποίηση γίνεται ξεχωριστά για κάθε περίπτωση εξαιτίας των διαφορετικών χαρακτηριστικών λειτουργίας. Στη φάση της σύμπλεξης αναπτύσσονται αναλυτικά και αριθμητικά μοντέλα ροής τα οποία συζεύγγονται με τις δυναμικές εξισώσεις ισορροπίας ροπών και δυνάμεων για το σύστημα των δίσκων. Για τη μοντελοποίηση του φιλμ του λιπαντικού χρησιμοποιούνται αναλυτικά μοντέλα λίπανσης, μοντέλα υπολογιστικής ρευστοδυναμικής ενώ αναπτύσσεται επίσης ένα αποδοτικό μοντέλο επίλυσης της εξίσωσης Reynolds. Για την τελευταία περίπτωση εισάγεται μια νέα μεθοδολογία επίλυσης του συστήματος των εξισώσεων θεωρώντας ταυτόχρονα μη-μόνιμη και ψευδο-στατική κατάσταση με στόχο τον ακριβή υπολογισμό των χαρακτηριστικών της ροής στην υδροδυναμική φάση της σύμπλεξης όπου η επιτάχυνση του συστήματος είναι υψηλή και τη μείωση του υπολογιστικού κόστους κατά το στάδιο της επαφής όπου η απόκριση είναι σημαντικά πιο αργή. Αποδεικνύεται ότι αυτή η προσέγγιση μπορεί να οδηγήσει στην πρόβλεψη της σημαντικής υπερακόντισης στην δύναμη που οφείλεται στο υδροδυναμικό φαινόμενο και που έχει πρόσφατα παρατηρηθεί σε καταγεγραμμένα πειράματα στη βιβλιογραφία. Από την άλλη πλευρά, η ανοικτή λειτουργία του συμπλέκτη αντιμετωπίζεται ως μία χρονικά μόνιμη κατάσταση όπου βασικός στόχος είναι ο υπολογισμός της ροπής απωλειών (drag torque) συναρτήσει της ταχύτητας περιστροφής. Σημαντικό χαρακτηριστικό σε αυτή την περίπτωση αποτελεί η ανάπτυξη υποπίεσης στην εξωτερική ακτίνα του δίσκου για συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας οδηγώντας έτσι στην αναρρόφηση αέρα και στη διαφασική ροή αέρα-λιπαντικού με αποτέλεσμα την ακαριαία πτώση της ροπής λόγω του πολύ μικρότερου ιξώδους του αέρα. Σε αυτό το πλαίσιο αναπτύσσονται αναλυτικά και αριθμητικά μοντέλα επίλυσης των εξισώσεων ροής λαμβάνοντας υπόψιν τα χαρακτηριστικά της διαφασικής ροής. Επιπλέον ενσωματώνεται η επίδραση του συντελεστή επιφανειακής τάσης, η μείωση του οποίου ευνοεί τις συνθήκες ανάπτυξης διαφασικής ροής μειώνοντας έτσι τη ροπή. Ακόμη, προτείνεται ένα ημι-αναλυτικό

μοντέλο υπολογισμού της κρίσιμης γωνιακής ταχύτητας αναρρόφησης αέρα θεωρώντας δίσκους με αυλακώσεις. Τα εργαλεία προσομοίωσης που αναπτύχθηκαν χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της επίδρασης των αυλακώσεων των δίσκων στα χαρακτηριστικά της σύμπλεξης και της ανοικτής λειτουργίας. Προτείνεται μία πρωτότυπη αυλάκωση μεταβλητού πλάτους που οδηγεί σε σημαντική μείωση της υπερακόντισης στην δύναμη που οφείλεται στο υδροδυναμικό φαινόμενο. Στη συνέχεια εισάγεται μεθοδολογία βέλτιστου σχεδιασμού αυλακώσεων για την ταυτόχρονη βελτίωση των χαρακτηριστικών των δύο καταστάσεων λειτουργίας καθώς αυτές έχουν αντικρουόμενη εξάρτηση από της αυλακώσεις: η αύξηση της επιφάνειας αυλακώσεων οδηγεί αφενός σε μείωση της ροπής απωλειών αλλά παράλληλα σε αύξηση της υπερακόντισης και σε μείωση της δυνατότητας μεταφοράς ροπής του συμπλέκτη. Τέλος πραγματοποιείται η πειραματική διερεύνηση των φαινομένων ενδιαφέροντος. Για το σκοπό αυτό σχεδιάζονται και κατασκευάζονται δύο πρωτότυπες πειραματικές διατάξεις: η διάταξη σύμπλεξης και η διάταξη ανοικτής λειτουργίας. Η διάταξη σύμπλεξης υλοποιεί το πρότυπο SAE #2 υπό κλίμακα ενώ η διάταξη της ανοικτής λειτουργίας αφορά στη μέτρηση της ροπής απωλειών και στην οπτική καταγραφή της ροής για το σύστημα ακίνητου δίσκου και περιστρεφόμενου δίσκου με και χωρίς αυλακώσεις. Οι πειραματικές διατάξεις χρησιμοποιούνται για τη διενέργεια δύο κύριων σειρών πειραματικών μετρήσεων όπου εξετάζεται η επίδραση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των αυλακώσεων, των παραμέτρων λειτουργίας όπως το διάκενο, η γωνιακή ταχύτητα και η παροχή και των ιδιοτήτων του λιπαντικού. Η συνολική αντιμετώπιση του τεχνολογικού προβλήματος όπως μελετήθηκε στην παρούσα Διατριβή βελτιώνει σημαντικά την απόδοση και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του συμπλέκτη υγρής τριβής και ταυτόχρονα αναδεικνύει νέες κατευθύνσεις έρευνας στην επιστήμη της τριβολογίας ευρύτερα.