



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΕΩΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Design of a Magnetorheological Fluid Clutch

ΚΟΥΡΤΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ

[1069357]

ΠΑΝΤΕΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ –ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ,

[2/2024]



Σχεδιασμός Μαγνητορεολογικού Συμπλέκτη

ΚΟΥΡΤΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ-1069357

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΑΝΤΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ - ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι συμπλέκτες είναι το στοιχείο μηχανής που συνδέει την κινητήρια μονάδα ενός μηχανολογικού συστήματος με το υπόλοιπο σύστημα. Κατά τη διάρκεια της σύμπλεξης, ο οδηγός δίσκος, ή δίσκοι μεταφέρει/ρουν την ενέργεια του κινητήρα μέσω της ροπής που στρέψης που ασκούν στον/στους οδηγούμενο/ους δίσκο/δίσκους. Ένας μαγνητορεολογικός συμπλέκτης χρησιμοποιεί μαγνητορεολογικά ρευστά για να επιτύχει τη σύμπλεξη και τη μεταφορά ροπής. Τα μαγνητορεολογικά ρευστά είναι υγρά στα οποία βρίσκονται βυθισμένα φερομαγνητικά σωματίδια. Όταν τα ρευστά βρεθούν εντός μαγνητικού πεδίου τα σωματίδια σχηματίζουν αλυσίδες στη διεύθυνση του πεδίου, αλλάζοντας δραστικά τις ιδιότητες του ρευστού. Η μεγαλύτερη αλλαγή έχει να κάνει με το όριο ροής. Τα ρευστά αυτά, ρέουν αφού έχει ξεπεραστεί ένα συγκεκριμένο όριο ροής, αυξάνοντας έτσι τη διατμητική τάση που ασκούν. Το μοντέλο ροής για αυτά τα έξυπνα ρευστά είναι το μοντέλο του Bingham. Ένας μαγνητορεολογικός συμπλέκτης δημιουργεί μέσω ηλεκτρομαγνητισμού ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο, με σκοπό να διεγείρει το ρευστό και να μεταφέρει την απαιτούμενη ροπή. Στη παρούσα εργασία εξετάστηκε ένας μαγνητορεολογικός συμπλέκτης σε διάφορες γεωμετρικές διαμορφώσεις και ρεύματα εισόδου. Αρχικά επιλύθηκε το μαγνητικό πρόβλημα χρησιμοποιώντας το λογισμικό ANSYS Magnetostatic. Στη συνέχεια αφού το μαγνητικό πεδίο έγινε γνωστό, χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να βρεθεί το όριο ροής του ρευστού. Τέλος πρόβλημα ροής του ρευστού επιλύθηκε με τη χρήση του ANSYS Fluent. Μέσω της διατμητικής τάσης του ρευστού βρέθηκε η ροπή που μπορεί κάθε φορά να μεταφέρει ο συμπλέκτης. Έπειτα κατασκευάστηκαν οι καμπύλες Ροπή-Ρεύμα για κάθε διαμόρφωση. Επίσης κατασκευάστηκαν καμπύλες Ροπή-Ακτίνα Δίσκου για να βρεθεί μια βέλτιστη διαμόρφωση. Τέλος υπολογίστηκε η ενέργεια που καταναλώνει ο συμπλέκτης. Συμπερασματικά οι μαγνητορεολογικοί συμπλέκτες μπορούν ελεγχόμενα να μεταφέρουν μεγάλα ποσά ροπής.

Λέξεις Κλειδιά: Μαγνητορεολογικός Συμπλέκτης, Όριο ροής, Μεταφερόμενη Ροπή, Μοντέλο Bingham, Μαγνητορεολογικά Ρευστά



Design of a Magnetorheological Fluid Clutch

KOURTIS LAMPROS-1069357

SUPERVISOR: PANTELIS NIKOLAKOPOULOS – PROFESSOR

ABSTRACT

Clutches are the machine elements which connect the engine of a system with the rest of the system. During the engagement, the driving disc or discs transfer the power of the engine to the driven disc through the torque. A Magnetorheological Fluid Clutch utilizes magnetorheological fluid to achieve the engagement and the torque transfer. Magnetorheological fluids are liquids in which ferromagnetic particles are immersed. When the fluids are placed within a magnetic field the particles form chains in the direction of the field, drastically changing the properties of the fluid. The biggest change has to do with the yield stress. These fluids flow after a certain yield stress has been exceeded, thus increasing the shear stress they exert. The flow model for these smart fluids is Bingham's model. A MRF clutch creates an external magnetic field in order to stimulate the MRF. In this diploma thesis, a magnetorheological clutch in various geometric configurations and input currents has been investigated. Initially the magnetic problem was solved using ANSYS Magnetostatic software. Then after the magnetic field was known, it was used to find the yield stress. Finally fluid flow problem was solved using ANSYS Fluent. The shear stress of the MRF used to calculate the torque the clutch can transfer. Then the Torque Current curves are made for every configuration. Moreover Torque Radius curves were made in order to determine the best configuration. Finally it was calculated the power consumption for each configuration. In conclusion, the MRF clutches can controllably transfer large amount of torque.

Keywords: Magnetorheological Fluid Clutch, Yield Stress, Transferred Torque, Bingham Model, Magnetorheological Fluid