



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ & ΣΧΕΔΙΑΣΕΩΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ-ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Τριβολογικός σχεδιασμός εδράνου ολίσθησης σε υδροδυναμική
λίπανση για διάφορα μήκη λόγου ολισθηρότητας**

Αριστείδης-Μάρκελλος Παϊδούσης

ΑΜ: 1059767

Επιβλέπων: Παντελής Νικολακόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Σπουδαστική εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών
του Πανεπιστημίου Πατρών

ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2023

Τριβολογικός σχεδιασμός εδράνου ολίσθησης σε υδροδυναμικό πεδίο Αριστείδης-Μάρκελλος Παϊδούσης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα έδρανα ολίσθησης αποτελούν ένα από τα συνηθέστερα στοιχεία μηχανών στις μέρες μας, με ευρεία εφαρμογή σε κάθε περιστρεφόμενη μηχανή που αποσκοπεί να μετατρέψει την περιστροφική ενέργεια σε πιο χρήσιμες μορφές. Τα δύο βασικά κομμάτια των εδράνων ολίσθησης είναι το σταθερό κέλυφος και ο άξονας που περιστρέφεται έκκεντρα μέσα σε αυτό, ενώ στο διάκενο μεταξύ των δύο στοιχείων του τριβοςυστήματος παρεμβάλλεται λιπαντικό. Ο βασικός σκοπός των εδράνων ολίσθησης είναι η περιστροφή του άξονα εντός του κελύφους με ελαχιστοποίηση της τριβής. Επομένως, λόγω της περιστροφικής κίνησης του άξονα σε έκκεντρη θέση, εντός του εδράνου αναπτύσσεται κατανομή πιέσεων.

Στην συγκεκριμένη Σπουδαστική Εργασία θα παρουσιαστεί μία υδροδυναμική ανάλυση ενός εδράνου ολίσθησης. Πιο συγκεκριμένα πραγματοποιείται μελέτη των πιέσεων που αναπτύσσονται κατά την λειτουργία του εδράνου, για διαφορετικά μήκη του λόγου ολισθηρότητας, ενώ για κάθε μήκος πραγματοποιείται μία ξεχωριστή ανάλυση που συνυπολογίζει την επίδραση του φαινομένου της σπηλαίωσης στην λειτουργία του εδράνου.

Αρχικά, αποσαφηνίζονται μερικές έννοιες σχετικά με την υδροδυναμική λίπανση και επιλύονται αναλυτικά οι σχέσεις Navier-Stokes, καθώς και η εξίσωση του Reynolds. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα μοντέλα των συνοριακών συνθηκών, ενώ παρατίθενται τα μοντέλα σπηλαίωσης και η σχετική θεωρία. Παρακάτω, πραγματοποιείται μοντελοποίηση ενός εδράνου ολίσθησης με την χρήση του υπολογιστικού πακέτου Ansys, όπου φαίνονται αναλυτικά η γεωμετρία του εδράνου, το πλέγμα των πεπερασμένων στοιχείων που δημιουργήθηκε, καθώς και οι συνοριακές συνθήκες και τα κριτήρια σύγκλησης. Μετά την περιγραφή του πρόβληματος, παρατίθενται τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της υδροδυναμικής ανάλυσης, ενώ στην συνέχεια γίνεται σύγκριση με τα αποτελέσματα μίας πιστοποιημένης δημοσίευσης, προκειμένου να ελεγχθεί η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων μας. Στην συνέχεια, πραγματοποιούνται επιπλέον αναλύσεις CFD μέσω του Ansys για διαφορετικούς λόγους L/D και συνυπολογίζοντας η μη την επίδραση του φαινομένου της σπηλαίωσης και καταλήγουμε σε ορισμένα συμπεράσματα, σχετικά με την κατανομή των πιέσεων. Πιο συγκεκριμένα, με την αύξηση του λόγου L/D παρατηρείται

αύξηση στις μέγιστες θετικές πιέσεις, καθώς και στις μέγιστες αρνητικές πιέσεις του εδράνου. Επίσης, με την επίδραση της σπηλαίωσης για κάθε γεωμετρία μειώνονται οι μέγιστες θετικές και μέγιστες αρνητικές πιέσεις κάθε εδράνου, σε σχέση με τις αναλύσεις χωρίς σπηλαίωση. Τέλος, για τις αναλύσεις με σπηλαίωση σημειώθηκε σημαντική αύξηση της κατανομής των ελάχιστων τιμών της πίεσης του εδράνου, με επίδραση της ελάχιστης τιμής στο μεγαλύτερο μέρος της κατανομής, ενώ παρατηρείται ότι οι μέγιστες αρνητικές τιμές των κατανομών για κάθε τιμή του λόγου L/D , έχουν μικρές αποκλίσεις μεταξύ τους και παραμένουν περίπου σταθερές.

Λέξεις κλειδιά

Υπολογιστική ρευστομηχανική, Σπηλαίωση, Υδροδυναμική λίπανση, Κατανομή πιέσεων, Λόγος ολισθηρότητας.

Tribological design of a journal bearing in hydrodynamic lubrication for different lengths of lubricity ratio

Aristeidis-Markellos Paidousis

ABSTRACT

Journal bearings has become one of the most common engineering components in our days, with wide use in every rotating machine that tends to convert rotating energy to more useful forms. The two basic parts of a journal bearing are steady shell and a rotating shaft, that rotates in an eccentricity inside the shell, while there is lubricant in the space between the two parts of the system. The main goal is that the shaft rotates inside the bearing with the minimum amount of friction. Therefore, because of the rotating movement of the journal in an eccentricity, inside the bearing a pressure distribution is developed.

This thesis aims to display a hydrodynamic analysis of a journal bearing. More specifically, a study of the pressure distribution during the operation of a journal bearing is conducted for different lengths of lubricity ratio, while for every length a separated analysis is conducted that considers the effect that cavitation has on the operation of the bearing.

Firstly, some of the hydrodynamic lubrication principals are determined and the Navier-Stokes and Reynolds equations are resolved. Then the boundary conditions and cavitation models are presented with the related theory. In addition, a journal bearing modeling is conducted with the use of Ansys software, where the basic geometry of the bearing, the mesh, the boundary conditions, and the convergence criteria are presented. After describing the problem, the data and the results of the hydrodynamic analysis are presented, and then a comparison with the results of a published paper is conducted to check the validity of the results. Also, several CFD analyses that consider or not the effect that cavitation is conducted with the use of Ansys software for different ratios of L/D and we reach certain conclusions regarding the pressure distribution. More specifically, the raise of the L/D ratio comes with a raise on the maximum positive and negative pressure values. Additionally, the analysis that considers the effect of cavitation has lower maximum positive and negative pressure values for every ratio of L/D compared to the original analysis. To conclude, on the analysis with cavitation

there is a raise on distribution of the maximum negative pressure values of the journal bearing and the maximum negative pressure values have very small differences for every ratio of L/D .

Keywords

Computational fluid mechanics, Cavitation, Hydrodynamic lubrication, Pressure distribution, lubricity ratio.

