



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΑΥΤΗΣ**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΣΤΟ ΡΟΪΚΟ ΚΑΙ
ΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΑΓΩΓΟΥ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΙ
ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ, ΕΝΟΣ VORTEX
GENERATOR ΤΥΠΟΥ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ, ΓΙΑ
ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ
ΑΓΩΓΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΤΟΥ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ, ΣΕ ΤΥΡΒΩΔΗ ΡΟΗ**

Τρόκας Νικόλαος

1054563

Μάργαρης Διονύσιος – Ελευθέριος, Καθηγητής

ΠΑΤΡΑ, Οκτώβριος 2021

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΣΤΟ ΡΟΪΚΟ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ
ΑΓΩΓΟΥ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ,
ΕΝΟΣ VORTEX GENERATOR ΤΥΠΟΥ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ, ΓΙΑ
ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ
ΠΛΑΤΟΥΣ ΤΟΥ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ, ΣΕ ΤΥΡΒΩΔΗ ΡΟΗ.**

Τρόκας Νικόλαος

Οι γεννήτριες δινών (Vortex Generators) προτείνονται ως μια πολύ καλή τεχνική για την ενίσχυση της μεταφοράς θερμότητας. Στην παρούσα εργασία, μελετάται η επίδραση ενός Vortex Generator τύπου διαμήκους επίπεδου ελάσματος στο ροϊκό και θερμικό πεδίο ορθογωνικού αγωγού. Η ανάλυση έγινε για έξι διαφορετικές περιπτώσεις λόγου διαστάσεων της διατομής του αγωγού και του πλάτους της ράμπας, και ειδικότερα για λόγο διαστάσεων διατομής του αγωγού (ύψος / πλάτος) $3/2$, $2/2$, $1/2$ και λόγο πλάτους ελάσματος ανά πλάτος αγωγού 0,1 και 0,05.

Αρχικά, παρουσιάζονται οι βασικές θεωρητικές γνώσεις ρευστομηχανικής και μετάδοσης θερμότητας που είναι απαραίτητες για τον αναγνώστη. Επίσης, γίνεται εισαγωγή στην υπολογιστική ρευστοδυναμική μέσω ANSYS FLUENT, στο περιβάλλον του οποίου γίνονται οι υπολογιστικές προσομοιώσεις.

Στο κύριο μέρος της εργασίας, κατασκευάζεται η υπό-εξέταση γεωμετρία με το έλασμα να σχηματίζει γωνία 30° με τον αγωγό και πραγματοποιείται το πολύ σημαντικό βήμα της διακριτοποίησης. Γίνεται μελέτη ανεξαρτητοποίησης του πλέγματος και εξάγεται ο βέλτιστος αριθμός υπολογιστικών στοιχείων που απαιτούνται. Στην συνέχεια, το μοντέλο τύρβης k-e Realizable επιλέγεται για την επίλυση και ορίζονται οι συνοριακές συνθήκες. Έπειτα, λαμβάνει χώρα η προσομοίωση και ολοκληρώνεται όταν πληρούνται τα κριτήρια σύγκλισης που τέθηκαν.

Οι δοκιμές έγιναν, αρχικά, για αριθμό $Re=10.000$ και βρέθηκε πως η περίπτωση που το ύψος του αγωγού υπερβαίνει το πλάτος του (λόγος $3/2$) και το έλασμα που παρεμβάλλεται

εντός του είναι αρκετά λεπτό σε σχέση με το πλάτος του αγωγού (λόγος 0,05), εμφανίζει τα καλύτερα αποτελέσματα (μοντέλο 2). Πιο συγκεκριμένα, συνδυάζει ικανοποιητική αύξηση 8% του αριθμού Nu προκαλώντας μικρές απώλειες τριβής (αύξηση απωλειών με 5%).

Ακόμα, έγινε διερεύνηση για 4 διαφορετικούς αριθμούς Re από 5.000 έως 20.000. Βρέθηκε πως το επίπεδο έλασμα δεν λειτουργεί αποτελεσματικά στους υψηλούς Re, καθώς οι απώλειες αυξάνονται αισθητά και η συνεισφορά στην μεταφορά θερμότητας είναι μικρή. Επίσης, σε χαμηλούς αριθμούς Re, τα μοντέλα με λόγο διαστάσεων διατομής 1/2 φάνηκε να λειτουργούν καλά και, για μέσους Re επιβεβαιώθηκε πως το μοντέλο 2 αποτελεί την βέλτιστη επιλογή.

Λέξεις κλειδιά

Τυρβώδεις ροές, Γεννήτριες δινών, Ενίσχυση μεταφοράς θερμότητας, Προσομοιώσεις Υπολογιστικής Ρευστοδυναμικής

ABSTRACT

COMPUTATIONAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF A VORTEX GENERATOR OF LONGITUDINAL FLAT BLADE TYPE, ON THE FLOW AND THE THERMAL FLOWFIELD OF A PIPE OF RECTANGULAR CROSS-SECTION AND CONSTANT WALL TEMPERATURE, FOR DIFFERENT ASPECT RATIO OF THE PIPE'S CROSS SECTION AND THE WIDTH OF THE BLADE, IN TURBULENT FLOW.

TROKAS NIKOLAOS

Vortex generators have emerged as a very promising method for heat transfer enhancement. In the present work, the effect of a vortex generator of longitudinal flat blade type on the flow and the thermal flowfield of a rectangular cross-section pipe is examined. The research became for six different aspect ratios of the pipe's cross-section and the width of the blade, and especially for pipe's aspect ratio (height / width) $3/2$, $2/2$, $1/2$ and blade's / pipe's width equal to 0.1 and 0.05.

Initially, fundamentals of Fluid Mechanics and Heat Transfer are presented for the reader. Furthermore, an introduction is being made for CFD using ANSYS FLUENT, which is the using CFD program.

In the main part of the work, the rectangular pipe is designed with the blade inside at 30° angle. After that, the mesh is constructed and a mesh independence study is occurred. Then, the turbulence model k-e Realizable is chosen and the appropriate boundary conditions are determined. Lastly, the simulation is running until the converge criterion for residuals of approximately $1e-05$ have reached.

The first simulations were for $Re=10.000$ and found that model 2, with pipe's aspect ratio $3/2$ and ratio of blade's / pipe's width 0.05, is the more efficient. In particular, it combines an adequate rise of 8% for Nusselt number and tolerable friction loses (only 5% increase).

Moreover, investigations made for various Reynolds number from 5.000 to 20.000. Found that the flat blade isn't suitable in high Re numbers, because doesn't affect significantly in heat transfer and causes considerable friction losses. Also, in low Re number low aspect ratios models found to work better and, in medium Re number (≈ 10.000) confirmed that model 2 is the best option above all.

Λέξεις κλειδιά

Turbulent flows, Vortex Generators, Heat Transfer Enhancement, CFD simulations