



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

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΡΟΪΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΓΩΓΩΝ**

**Χοτζάρα Οντέτα**

1051343

**Επίβλεψη**

**ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΠΟΛΥΚΑΡΠΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

Σπουδαστική εργασία υποβληθείσα στο:

Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών

Πανεπιστήμιο Πατρών

ΠΑΤΡΑ, Σεπτέμβρης/2022

Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών  
Μηχανικών

Χοτζάρα Οντέτα

© 2022 – Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος

---

Η έγκριση της σπουδαστικής εργασίας δεν υποδηλοί την αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα. Κατά τη συγγραφή τηρήθηκαν οι αρχές της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΡΟΪΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Χοτζάρα Οντέτα

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα σπουδαστική εργασία αποτελεί μία βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τις ροές εντός καμπύλων αγωγών. Οι καμπύλοι αγωγοί μπορούν να διακριθούν με βάση την μορφή τους σε τοροειδείς αγωγούς, ελικοειδείς αγωγούς, U-tubes, σπειροειδείς αγωγούς και περιστρεφμένους αγωγούς, οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές όπως η χημική βιομηχανία και προτιμώνται σε σχέση με τους ευθύγραμμους αγωγούς, λόγω της προσαρμοστικότητας τους, της δυνατότητας τους να παρέχουν μεγαλύτερη επιφάνεια σε σχετικά μικρότερο όγκο και λόγω της ενισχυμένης μεταφοράς θερμότητας που παρατηρείται εξαιτίας της εμφάνισης δευτερογενούς ροής. Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται ομαδοποίηση των μελετών που έχουν συλλεχθεί, με βάση την μορφή των αγωγών. Οι παρακάτω μελέτες αφορούν τόσο στρωτές όσο και τυρβώδεις ροές. Ο διαχωρισμός της ροής από στρωτή σε τυρβώδη στους καμπύλους αγωγούς γίνεται με την χρήση του αριθμού Dean και εξαρτάται σημαντικά από τον λόγο καμπυλότητας του αγωγού. Τα συμπεράσματα για τους ελικοειδείς αγωγούς έδειξαν πως η ύπαρξη καμπυλότητας αυξάνει τον συντελεστή μεταφοράς θερμότητας στην στρωτή, στην μεταβατική και στην τυρβώδη ροή σχέση με τους ευθύγραμμους αγωγούς, ενώ η προσθήκη πτερυγίων σε ελικοειδείς αγωγούς βοηθάει ακόμη περισσότερο την ενίσχυση της μεταφοράς θερμότητας. Όμοια συμπεράσματα βγήκαν και από μελέτες σε σπειροειδείς αγωγούς, περιστρεφμένους αγωγούς και αγωγούς σχήματος U καθώς η ύπαρξη καμπυλότητας βελτίωνε την μεταφορά θερμότητας στον αγωγό σε σχέση με έναν αντίστοιχο ευθύγραμμο αγωγό, ενώ η προσθήκη πτερυγίων και αυλακώσεων ήταν βοηθητική. Οι περισσότερες έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν υπολογιστικές, καθώς αυτή η μέθοδος υπερσχύει πλέον λόγω της ταχύτητας, της εγκυρότητας και του μειωμένου κόστους που προσφέρει. Η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε ερευνήθηκε σε βάθος για την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της.

Λέξεις κλειδιά : καμπύλοι αγωγοί, μεταφορά θερμότητας, υπολογιστική ρευστοδυναμική.

## A LITERATURE REVIEW OF FLOW AND THERMAL BEHAVIOR OF CURVED PIPES

Chotzara Onteta

### ABSTRACT

The subject of the present academic study is a literature review on fluid flow through curved ducts. Curved ducts can be categorized based on their shape into toroidal ducts, helical ducts, U-tubes, spiral ducts, and twisted ducts and are preferred over straight ducts because of their adaptability, their ability to provide more surface area in a relatively smaller volume and because of the enhanced heat transfer due to the secondary flow that occurs. In the second chapter of the study, the collected literature is grouped based on the shape of the duct. The following studies include both laminar and turbulent flows. In curved ducts Dean's number is used to define the flow as laminar or turbulent and it depends on the curvature ratio. The conclusions of the literature review for helical ducts showed that the presence of curvature increases the heat transfer coefficient in laminar, transient, and turbulent flow compared to straight ducts, while the addition of fins to helical ducts helps to enhance heat transfer. Similar conclusions were drawn from studies on spiral ducts, twisted tubes and U-tubes as the existence of curvature improved the heat transfer compared to a straight duct, while the addition of fins and grooves was helpful. Most of the studies listed are computational since that method prevails nowadays due to the accuracy of the results, the quickness of the procedure and the reduced financial cost. The literature used was examined in depth for the validity and reliability of its results.

Keywords: curved ducts, heat transfer, computational fluid dynamics