การพาความร้อนแบบลามินาร์ในท่อสามเหลี่ยม

นายพีรพงศ์ ตั้งศิริมงคล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๑๕

LAMINAR FORCED CONVECTION IN TRIANGULAR DUCTS

Mr. Peerapong Tangsirimonkol

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Mechanical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1976

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Engineering

Kirid Prachuabmoh
.....
Dean of the Graduate School

Thesis Committee .....Chairman

.....

P. Wibul
.....

Thesis Supervisor : Dr. Prida Wibulswas

Date 29.4.76

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพาความร้อนแบบลามินาร์ในท่อสามเหลี่ยม

ชื่อ นายพีรพงศ์ ตั้งศิริมงคล

แผนกวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา ๒๕๑๘

บทคัดย่อ

ในงานนี้ ได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อหาข้อมูลการพาความร้อนในท่อสามเหลี่ยมด้านเท่า และสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีมุมยอดเป็นมุมฉาก ที่มีการไหลแบบลามินาร์ ซึ่งกำหนดสภาวการณ์เป็นดังนี้ คืออุณหภูมิของผนังท่อเท่ากันตลอด ความเร็วและอุณหภูมิกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน ผลการทดลองได้นำมาเปรียบเทียบกับผลทางทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว ปรากฏว่าค่านัสเซลท์นัมเบอร์ เกิดการเบี่ยงเบนออกจากกัน โดยเฉพาะที่ค่าเกร็ทส์นัมเบอร์สูง ๆ การทดลองยังได้ขยายขอบเขตออกไปจนถึงการไหลแบบทรานซิชั่น ทั้งนี้ก็เพื่อว่าช่วงของค่าเรโนลด์สนัมเบอร์จะได้กว้างขึ้น ผลจากการทดลองได้นำมาสร้างเป็นสูตรเอมไพริกัล เพื่อใช้ในการออกแบบอุปกรณ์แลกความร้อนต่อไป

Thesis Title Laminar Forced Convection in Triangular Ducts

Name Mr. Peerapong Tangsirimonkol

Department Mechanical Engineering

Academic Year 1975

ABSTRACT

Test equipment was designed and constructed for the investigation of laminar forced convection in the equilateral triangular and right-angled isosceles triangular ducts with simultaneously developing velocity and temperature profiles, for the thermal boundary condition of constant wall temperature. Experimental results were obtained and compared with the existing theoretical solutions. Comparisons show deviations of Nusselt number especially at high Graetz number. To cover a wide range of Reynolds numbers, the test programme was extended into the transition flow regime. An empirical formula, covering both laminar and transition regions, is suggested to be used for designing heat exchangers.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his sincere gratitude to:

Dr. Prida Wibulswas, Head of Mechanical Engineering Department, King Mongkut Institute of Technology, for his valuable advice, encouragement and attention throughout his supervision of this experimental work.

Asst. Prof. Dr. Kulthorn Silapabanleng, Head of Mechanical Engineering Department, Chulalongkorn University, for his guidance and valuable advice.

Mr. Chanchai Limpiyakorn, instructor of Mechanical Engineering Department, Chulalongkorn University, for his recommendation and providing excellent lecture in heat transfer course.

Mr. Charat Sawangwan, the manager of Cooling & Controls Engineering Co.Ltd., for furnishing temperature control instruments and providing valuable guide lines for this work.

The technical staff of Mechanical Engineering Department especially to Mr. Thongchai, for their helps in building up test apparatus.

CONTENTS

LIST OF TABLES

Table page

LIST OF FIGURES

Figure page

Figure page

NOMENCLATURE

A	Area
A_c	Cross sectional area
C_p	Specific heat at constant pressure of fluid
d_h	Hydraulic or equivalent diameter of a duct, $4A_c/P$
h	Surface heat transfer coefficient
k	Thermal conductivity of fluid
L	Length of a duct
P	Perimeter of a cross section
p	Pressure of fluid
$\dot{q}$	Rate of heat transfer
t	Temperature of fluid
u, v, w	Velocities of fluid in the x, y and z directions respectively
V	Volumetric flow rate of fluid
x, y, z	Cartesian co-ordinate axes
z	Distance along a duct
α	Thermal diffusivity of fluid, $k/\rho C_p$
μ	Dynamic viscosity of fluid
ρ	Density of fluid
ϕ	Half apex angle of triangular ducts

Dimensionless Groups

Gz	Graetz number, $Re \cdot Pr/(z/d_h)$
Nu	Nusselt number, $h_l \, d_h/k_b$
Pr	Prandtl number, $C_p \mu/\rho$
Re	Reynolds number, $\rho w_b d_h/\mu$

Subscripts

b	Bulk, average value
c	Centre
f	Final value
l	Logarithmic value
m	Mean value
o	Initial value
w	Wall
Hl	Boundary condition referring to constant axial wall heat flux with uniform peripherial wall temperature
T	Boundary condition referring to constant and uniform wall temperature, both axially and peripherially