การกระจายอุณหภูมิและความเร็วของอากาศแบบ 2 มิติภายในบริเวณปรับอากาศ

นาย มาโนช กิจเจริญศักดิ์กุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-009-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I1726666X

TWO DIMENSIONAL TEMPERATURE AND AIR VELOCITY DISTRIBUTION IN AIR-CONDITIONING SPACE

Mr. Manote Kitcharoensakkul

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-009-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกระจายอุณหภูมิและความเร็วของอากาศแบบ 2 มิติ
ภายในบริเวณปรับอากาศ

โดย นาย มาโนช กิจเจริญศักดิ์กุล

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรน)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมศรี จงรุ่งเรือง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ เดชะอำไพ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาโนช กิจเจริญศักดิ์กุล : การกระจายอุณหภูมิและความเร็วของอากาศแบบ 2 มิติ ภายในบริเวณปรับอากาศ (TWO DIMENSIONAL TEMPERATURE AND AIR VELOCITY DISTRIBUTION IN AIR-CONDITIONING SPACE) อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร. เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์ , 91 หน้า . ISBN 974-634-009-3

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาการคำนวณหาการกระจายอุณหภูมิและความเร็วอากาศแบบ 2 มิติ ภายในบริเวณปรับอากาศเพื่อสร้างรูปแบบของการกระจายอุณหภูมิและความเร็วของอากาศ และนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาตำแหน่งติดตั้งของเครื่องปรับอากาศเพื่อให้ได้การกระจายของอุณหภูมิและความเร็วของอากาศที่เหมาะสมที่สุด

ในด้านของการคำนวณนั้นจะพิจารณาการคำนวณแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1. คำนวณหาค่าความเร็วของอากาศภายในบริเวณปรับอากาศ และ 2. คำนวณหาค่าของอุณหภูมิที่กระจายภายในบริเวณปรับอากาศโดยใช้ค่าของความเร็วที่คำนวณได้จากข้อ1. ในส่วนของการจัดรูปแบบของสมการเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าของการกระจายของความเร็วและอุณหภูมิของอากาศนั้นได้นำวิธีการของไฟไนท์ดิฟเฟอร์เรนท์เข้าช่วยในการจัดรูปแบบของสมการโมเมนตัมและสมการพลังงานเพื่อใช้ในการคำนวณ ด้านโปรแกรมการคำนวณได้ใช้ภาษาซีเป็นภาษาหลักในการเขียนโปรแกรม โดยทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิต และมีหน่วยความจำเกิน 6 เมกะไบต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต มาโนช

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C415690 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING
KEY WORD: TWO DIMENSIONAL \ AIR VELOCITY \ TEMPERATURE \
AIR CONDITIONING SPACE.
MANOTE KITCHAROENSAKKUL : TWO DIMENSIONAL TEMPERATURE AND
AIR VELOCITY DISTRIBUTION IN AIR CONDITIONING SPACE.
THESIS ADVISOR : ASSO. CHEARDPHUN VITURAPORN , Ph.D. 91 pp.
ISBN 974-634-009-3

This thesis is the study of the two dimensional temperature and air velocity distribution in air-conditioning space. The purposes of the study are to create the model of temperature and air velocity distribution and to use the model in considering the position of air conditioning unit which provides the most appropriate temperature and air velocity distribution

The technical issue is classified into 2 parts including the calculation of air velocity and temperature distribution in air conditioning space. In formulating the equation to calculate the distribution of temperature and air velocity, the finite difference method is used to structure the momentum and energy equations. For the software, Programme C is employed to conduct this study on a 16 bit computer with 6 MB memory.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา ๒๕๓๕ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยการให้คำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ ดร. เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่เป็นกรรมการทุกท่าน ซึ่งทุกท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการทำวิทยานิพนธ์นี้ด้วยดีมาตลอด จึงขอขอบคุณมา ณ. ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฏ
คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ ..... ฑ

บทที่

1. บทนำ 1
   1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิทยานิพนธ์ 2
   1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิทยานิพนธ์ 2
   1.3 ขอบเขตของโครงการวิทยานิพนธ์ 2
   1.4 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย 2
   1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
2. ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน 4
   สมการที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนด้วยการพา 5
   2.1 สมการสภาวะต่อเนื่อง 6
   2.2 สมการการเคลื่อนที่ 8
   2.3 สมการพลังงาน 13
3. การคำนวณเชิงตัวเลข 18
   3.1 วิธีการของไฟไนท์ดิฟเฟอเรนท์ 18
   3.2 วิธีการทำซ้ำโดยตรง 20
   3.3 วิธีเกาส์อิลิมิเนต 21

สารบัญ

หน้า

4. รูปแบบการวิเคราะห์เชิงตัวเลข 25
4.1 รูปแบบไฟไนท์ดิฟเฟอเรนท์ของสมการโมเมนตัม 26
4.2 รูปแบบไฟไนท์ดิฟเฟอเรนท์ของสมการพลังงาน 37
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ 42
รายการอ้างอิง 44
ภาคผนวก 45
ภาคผนวก ก. รูปแบบจำลองที่ 1 46
ภาคผนวก ข. รูปแบบจำลองที่ 2 67
ภาคผนวก ค. แผนผังแสดงการคำนวณ 88
ประวัติผู้เขียน 91

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางแสดงผลการคำนวณของรูปแบบจำลองที่ 1

1. แสดงผลการคำนวณค่าความเร็ว (ณ. ตำแหน่งตรงกลาง ความเร็ว 2.7 m/s) 52
2. แสดงผลการคำนวณค่าอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งตรงกลาง) 52
3. แสดงผลการคำนวณค่าความเร็ว (ณ. ตำแหน่งด้านซ้าย ความเร็ว 2.7 m/s) 56
4. แสดงผลการคำนวณค่าอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งด้านซ้าย) 56
5. แสดงผลการคำนวณค่าความเร็ว (ณ. ตำแหน่งด้านซ้ายความเร็ว 3.2 m/s) 60
6. แสดงผลการคำนวณค่าอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งด้านซ้ายที่ความเร็ว 3.2 m/s เพิ่มขนาดทำความเย็น) 60
7. แสดงผลการคำนวณค่าอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งด้านซ้าย เพิ่มความเร็ว 3.2 m/s ไม่เพิ่มขนาดทำความเย็น) 63
8. แสดงผลการคำนวณอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งด้านซ้าย ที่ความเร็ว 2.7 m/s เพิ่มขนาดทำความเย็น) 63

ตารางแสดงผลการคำนวณของรูปแบบจำลองที่ 2

9. แสดงผลการคำนวณค่าความเร็ว (ณ. ตำแหน่งระหว่างกลาง ความเร็ว 2.7 m/s) 73
10. แสดงผลการคำนวณอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งระหว่างกลาง) 73
11. แสดงผลการคำนวณค่าความเร็ว (ณ. ตำแหน่งตรงข้ามกัน ความเร็ว 2.7 m/s) 77
12. แสดงผลการคำนวณอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งตรงข้ามกัน) 77
13. แสดงผลการคำนวณค่าความเร็ว (ณ. ตำแหน่งตรงข้ามกัน ความเร็ว 3.2 m/s) 81
14. แสดงผลการคำนวณอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งตรงข้ามกันที่ความเร็ว 3.2 m/s เพิ่มขนาดทำความเย็น) 81

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

15. แสดงผลการคำนวณอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งตรงข้ามกัน เพิ่มความเร็ว 3.2 m/s ไม่เพิ่มขนาดทำความเย็น) 84
16. แสดงผลการคำนวณอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งตรงข้ามกัน ที่ความเร็ว 2.7 m/s เพิ่มขนาดทำความเย็น) 84

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

รูปแสดงการกระจายของความเร็วและอุณหภูมิของรูปแบบจำลองที่ 1

1. รูปแสดงทิศทางการกระจายของความเร็ว(ณ.ตำแหน่งตรงกลางความเร็ว 2.7 m/s) 53
2. รูปแสดงการกระจายอุณหภูมิ (ณ.ตำแหน่งตรงกลาง) 54
3. รูปแสดงทิศทางการกระจายของความเร็ว(ณ.ตำแหน่งด้านซ้ายความเร็ว 2.7 m/s) 57
4. รูปแสดงการกระจายอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งด้านซ้าย) 58
5. รูปแสดงทิศทางการกระจายของความเร็ว(ณ.ตำแหน่งด้านซ้ายความเร็ว 3.2 m/s) 61
6. รูปแสดงการกระจายอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งด้านซ้าย ความเร็ว 3.2 m/s เพิ่มขนาดทำความเย็น) 62
7. รูปแสดงการกระจายอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งด้านซ้าย ความเร็ว 3.2 m/s ไม่เพิ่มขนาดทำความเย็น) 64
8. รูปแสดงการกระจายอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งด้านซ้าย ความเร็ว 2.7 m/s เพิ่มขนาดทำความเย็น) 65

รูปแสดงการกระจายของความเร็วและอุณหภูมิของรูปแบบจำลองที่ 2

9. รูปแสดงทิศทางการกระจายของความเร็ว(ณ.ตำแหน่งระหว่างกลางความเร็ว 2.7 m/s) 74
10 . รูปแสดงการกระจายอุณหภูมิ (ณ.ตำแหน่งระหว่างกลาง) 75
11. รูปแสดงทิศทางการกระจายของความเร็ว(ณ.ตำแหน่งตรงข้ามกันความเร็ว 2.7 m/s) 78
12. รูปแสดงการกระจายอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งตรงข้ามกัน) 79
13. รูปแสดงทิศทางการกระจายของความเร็ว(ณ.ตำแหน่งตรงข้ามกันความเร็ว 3.2 m/s) 82
14. รูปแสดงการกระจายอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งตรงข้ามกัน ความเร็ว 3.2 m/s เพิ่มขนาดทำความเย็น) 83
15. รูปแสดงการกระจายอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งตรงข้ามกัน ความเร็ว 3.2 m/s ไม่เพิ่มขนาดทำความเย็น) 85

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

16. รูปแสดงการกระจายอุณหภูมิ (ณ. ตำแหน่งตรงข้ามกัน ความเร็ว 2.7 m/s เพิ่มขนาดทำความเย็น) 86

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญญลักษณ์

σ	ความเค้นในแนวตั้งฉาก
τ	ความเค้นแรงเฉือน
μ	ความหนืดพลศาสตร์
υ	ความหนืดจลนศาสตร์
ρ	ความหนาแน่น
x, y, z	ระยะทางในทิศทางx, y, z
$\Delta x, \Delta y, \Delta z$	ความแตกต่างของความยาวในทิศทาง x, y, z
u, v, w	ความเร็วในทิศทางx, y, z
E	พลังงานที่ถ่ายเทสู่ปริมาตรควบคุม
$Eadv$	พลังงานความร้อนและพลังงานจลน์
$Econd$	พลังงานจากการนำความร้อน
t	เวลา
Δt	ความแตกต่างของเวลา
F	แรง
M	โมเมนตัม
V	ความเร็ว
a	ความเร่ง
f	แรงประจำตัว
p	ความดัน
k	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน
T	อุณหภูมิ
U	พลังงานภายใน
h	เอลทาลปี
c	ความร้อนจำเพาะ
q	อัตราการถ่ายเทความร้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

K	องศาเคลวิน
$\overline{v}$	ค่าความเร็วเฉลี่ยในทิศทาง y ของแต่ละโหนด
$\overline{u}$	ค่าความเร็วเฉลี่ยในทิศทาง x ของแต่ละโหนด
q'''	อัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยปริมาตร
TD	ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอก
$CLTD$	ความแตกต่างอุณหภูมิโหลดความเย็น
W	หน่วยความร้อนเป็นวัตต์
CLF	ตัวประกอบโหลดความเย็นสำหรับกระจก
SC	สัมประสิทธ์ของเงาสำหรับกระจก
$SHGF$	ตัวประกอบความร้อนเพิ่มจากดวงอาทิตย์

<u>อักษรห้อย</u>

x, y, z	ในทิศทางของ x, y, z
i, j	ตำแหน่งของตัวแปรในทิศทาง x, y

<u>อักษรยก</u>

k	ดรรชนีบอกจำนวนครั้งในการคำนวณ
r	ดรรชนีบอกรอบในการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย