การศึกษาการถ่ายเทความร้อนในเตาชนิดท่อไฟ

นาย ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ 2538

ISBN 974-631-736-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16702426

A STUDY OF HEAT TRANSFER IN A FLAME TUBE FURNACE

Mr. Phadungsak Rattanadecho

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

1995

ISBN 974-631-736-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการถ่ายเทความร้อนในเตาชนิดท่อไฟ
โดย	นาย ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สมศรี จงรุ่งเรือง

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจาร์ย ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ)

..... กรรมการ
(รองศาตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ)

..... กรรมการ
(รองศาตราจารย์ ดร. สมศรี จงรุ่งเรือง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช : การศึกษาการถ่ายเทความร้อนในเตาชนิดท่อไฟ (A STUDY OF-HEAT TRANSFER IN A FLAME TUBE FURNACE.) อาจารย์ที่ปรึกษา :รศ.ดร.สมศรี จงรุ่งเรือง, 181 หน้า. ISBN 974-631-736-9

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษากลไกลของการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟที่สภาวะต่าง ๆ กัน ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการสร้างอุปกรณ์ทดลองขึ้นมาระบบหนึ่งและได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายกลไกของการถ่ายเทความร้อนดังกล่าว โดยเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการหาคำตอบ เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับการทดลองจริง

ผลจากการทดลองพบว่าอัตราความร้อนที่ดูดกลืนไว้โดยผนังท่อไฟคือผลรวมของอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีและจากการพาจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟ พบว่าที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิงต่ำ ๆ เช่นที่ 1 kg/hr, ปริมาณอากาศส่วนเกิน 10% และอุณหภูมิผนังท่อไฟ 650R จะมีค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไป 57 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟ 43 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิงสูง ๆ เช่นที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิง 5 kg/hr, ปริมาณอากาศส่วนเกิน 10% และอุณหภูมิผนังท่อไฟ 650R จะมีค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไป 80 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาจากก๊าซร้อนไปยังผนังท่อไฟ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่าให้ผลที่ใกล้เคียงกัน.และผลต่างประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C515987 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING
KEY WORD: :HEAT TRANSFER /FURNACE / FLAME TUBE

PHADUNGSAK RATANADECHO : A STUDY OF HEAT TRANSFER IN A FLAME TUBE FURNACE. THESIS ADVISOR: ASSO. PROF. SOMSRI CCHONGRUNGREONG,Ph.D. 181 PP. ISBN 974-631-736-9

The objective of this research is to study the mechanism of heat transfer from hot gas to the flame tube surface in many situations. In this research, a set of equipments is built, and mathematical model is developed and used for the prediction of mechanism of heat transfer. A computer program is written to compare the results of the mathematical model and the results from the experiment.

From the experiment, we find that the rate of heat transfer absorbed by flame tube surface is the result of the radiation heat transfer and convection heat transfer from hot gas to flame tube surface. For example, at the fuel entering rate of 1 kg/hr, 10% excess air and flame tube surface temperature 650R will have rate of radiation heat transfer of 57% and rate of convection heat transfer of 43%. For higher fuel entering rate of 5 kg/hr,10% excess air and flame tube surface temperature 650R will have rate of radiation heat transfer of 80% and rate of heat convection of 20%. When compare the result of the experiment to the result of the mathematical model, we find that the results are very close. The different is about 8%.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี ก็ด้วยคำแนะนำปรึกษาอย่างดียิ่ง โดยเฉพาะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์คือ รองศาสตราจารย์ ดร.สมศรี จงรุ่งเรือง ตลอดจนคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ทุกท่านคือ รองศาสตราจารย์ ดร.มานิจ ทองประเสริฐ ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ กรรมการ ที่ได้ร่วมให้คำแนะนำแก้ไข ที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ. โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาตร์ และบัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านสถานที่และเงินทุนที่ใช้ในการวิจัย ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดามารดาของผู้วิจัย อันเป็นที่รักยิ่งของข้าพเจ้าที่ได้ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ ..... ช

บทที่

1 บทนำ 1
2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 25
4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ .. 34
5 เครื่องมือทดลอง 45
6 การทดลอง 58
7 การเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองกับผลจากแบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์ 61
8 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ 124
รายการอ้างอิง 129
ภาคผนวก 131
ประวัติผู้เขียน 181

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายและสัญญลักษณ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์	ความหมาย
A	พื้นที่ผิว, ft^2
C	ความจุความร้อนจำเพาะ, $Btu/lb_m F$
D	เส้นผ่านศูนย์กลาง, ft
E	กำลังการแพร่รังสีความร้อนของก๊าซ, $Btu/hr\ ft^2$
F	ค่าแฟคเตอร์เชิงรูปร่าง, ตัวเลขไร้หน่วย
h	เอนทัลปี้, Btu/hr
h	ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน, $Btu/ft^2 hr\ F$
i	ค่าความร้อนเชื้อเพลิง, Btu/lb
K	ค่าการนำความร้อน, Btu/hr ft R
L	ความยาว, ft
m	อัตราการไหลเชิงมวล, lb/hr
Nu	ค่า Nusselt number, ตัวเลขไร้หน่วย
P	ความดัน, lb/in^2
P	ความยาวเส้นรอบรูป, ft
Pr	ค่า Prandtl number, ตัวเลขไร้หน่วย
Q	อัตราการถ่ายเทความร้อน, Btu/hr
R	รัศมี, ft
Re	เรย์โนลด์ นัมเบอร์, ตัวเลขไร้หน่วย
T	อุณหภูมิ, F
t	เวลา, hr
V	ความเร็ว, ft/s
W	อัตราการไหลโดยโมล, lb.mol/hr

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

υ	ปริมาตรจำเพาะ, ft^3/lb
f	ค่าแฟคเตอร์การแลกเปลี่ยน, ตัวเลขไร้หน่วย
α	ค่าการดูดกลืนรังสี, ตัวเลขไร้หน่วย
ε	ค่าการเปล่งรังสี, ตัวเลขไร้หน่วย
η	ประสิทธิภาพ, %
λ	ความยาวคลื่น, μm
μ	ค่าความหนืด absolute, lb/hr ft
ν	ค่าความหนืดพลศาตร์, ft^2/s
ρ	ความหนาแน่น, lb/ft^3
	ค่าคงที่ของ Stefan Boltzmann, Btu/ft^2R^4
τ	ค่าการส่งผ่านรังสี, ตัวเลขไร้หน่วย
ω	มุมกรวยตัน, Sr
Σ	ผลรวม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวห้อยท้าย

สัญญลักษณ์	ความหมาย
air	อากาศ
abs	ดูดกลืน
c	ตัวรับความร้อน
cond	การนำความร้อน
conv	การพาความร้อน
e	ฟลูก๊าซ
F	เชื้อเพลิง
g	ก๊าซ
o	ภายนอก
R	วัตถุทนไฟ
r	การแผ่รังสี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย