

กลไกการถ่ายเทความร้อนของสารน้ำระบายความร้อน

นายสรพงศ์ รุ่งแสงมนูญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาบริหารเครื่องกล ภาควิชาบริหารเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-1499-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## HEAT TRANSFER MECHANISM IN COOLING POND

Mr.Sanphong Rungsangmanoon

คุณย์วิทยกรรพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Mechanical Engineering

Department of Mechanical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

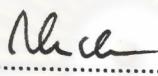
Academic Year 2001

ISBN 974-03-1499-6

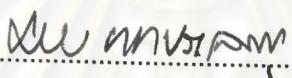
หัวข้อวิทยานิพนธ์ กลไกการถ่ายเทความร้อนของสารนำร้ายความร้อน  
โดย นายสรพงศ์ รุ่งแสงมณฑุณ  
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์

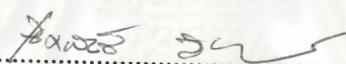
---

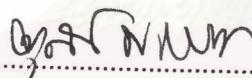
คณะกรรมการศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต

  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
( ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว )

คณะกรรมการสอบบัณฑิต

  
..... ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร.มนิจ ทองประเสริฐ )

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( อาจารย์ ดร.เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์ )

  
..... กรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตุลย์ มณีวัฒนา )

  
..... กรรมการ  
( อาจารย์ ดร.สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิ์ศักดิ์ )

คุณภาพของเอกสาร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายสรพงศ์ รุ่งแสงมณฑุ : กลไกการถ่ายเทความร้อนของสระน้ำระบายความร้อน  
(HEAT TRANSFER MECHANISM IN COOLING POND),

อ. ที่ปรึกษา : ดร.เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์, 169 หน้า ISBN 974-03-1499-6

สระน้ำระบายความร้อนนี้ข้อได้เปรียบหลายประการในการระบายความร้อนระบบปิด เช่น ค่าบำรุงรักษาต่ำ สามารถทำงานได้อีกระยะโดยไม่มีน้ำเติม ต้องการพลังงานต่ำ และมีความเสี่ยงทางด้านความร้อนสูง นอกจากนี้สระน้ำระบายความร้อนก็มีผลต่อการเกิดหมอกน้อย อย่างไรก็ตามการคำนวณหาขนาดที่จำเป็นของสระน้ำระบายความร้อนยังไม่อาจหาข้อมูลที่ชัดเจนได้

งานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของสระน้ำระบายความร้อน โดยในการทดลองจะมีตัวแปรที่พิจารณาคือ อัตราการไหลของน้ำ การกันทางเดินของน้ำ ขนาดของสระน้ำระบายความร้อน และอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อน ซึ่งแสดงคุณลักษณะของพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของสระน้ำระบายความร้อน

จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงการกันทางเดินของน้ำในสระน้ำระบายความร้อน การเปลี่ยนแปลงขนาดของสระน้ำระบายความร้อน และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนที่เข้าสระน้ำระบายความร้อน ไม่ได้ส่งผลให้พฤติกรรมในการระบายความร้อนของสระน้ำระบายความร้อนเปลี่ยนแปลงไปแต่จะมีผลโดยตรงต่อขนาดของอุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของสระน้ำระบายความร้อนที่เข้าสู่สภาวะคงตัว อัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของสระน้ำระบายความร้อนเทียบกับเวลา และการกระจายของอุณหภูมิของน้ำในสระน้ำระบายความร้อน โดยการกันทางเดินของน้ำในสระน้ำระบายความร้อน จะทำให้อุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของสระน้ำระบายความร้อนที่เข้าสู่สภาวะคงตัวมีค่าลดลง อัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของสระน้ำระบายความร้อนเทียบกับเวลาไม่ค่าลดลง และการกระจายของอุณหภูมิของน้ำในสระน้ำระบายความร้อนเพิ่มขึ้น ในขณะที่การลดขนาดของสระน้ำระบายความร้อน จะทำให้อุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของสระน้ำระบายความร้อนที่เข้าสู่สภาวะคงตัวมีค่าเพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของสระน้ำระบายความร้อนเทียบกับเวลาไม่ค่าเพิ่มขึ้น และการกระจายของอุณหภูมิของน้ำในสระน้ำระบายความร้อนลดลง ส่วนการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนที่เข้าสระน้ำระบายความร้อน จะทำให้อุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของสระน้ำระบายความร้อนที่เข้าสู่สภาวะคงตัวมีค่าเพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของสระน้ำระบายความร้อนเทียบกับเวลาไม่ค่าเพิ่มขึ้น และการกระจายของอุณหภูมิของน้ำในสระน้ำระบายความร้อนเพิ่มขึ้น

ผลการทดลองที่ได้ สามารถนำมาสร้างสมการที่ใช้ในการคำนวณพื้นที่ของสระน้ำระบายความร้อน ที่มีการกันทางเดินของน้ำ บนเงื่อนไขที่อุณหภูมิของน้ำในสระน้ำระบายความร้อนไม่จำเป็นต้องคงที่ และสามารถเพิ่มขึ้นได้จนถึงค่าที่กำหนดได้

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล  
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล  
ปีการศึกษา 2544

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... | ๑๘๖๗๙ | ๑๘๖๗๙  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... | ๑๘๖๗๙ | ๑๘๖๗๙

# # 4270582721 : MAJOR Mechanical Engineering

KEYWORD : Cooling Pond / Shape Factor / Barrier

Sanphong Rungsangmanoon : HEAT TRANSFER MECHANISM IN COOLING

POND, THESIS ADVISOR :Dr.Chirdpun Vituoraporn Ph. D., 169 pp.

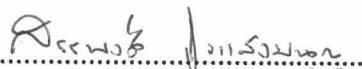
ISBN 974-03-1499-6

Several advantages of closed cycle heat dissipation can be achieved on the use of cooling pond such as, low maintenance cost, prolong work without make-up water, low energy consumption and high thermal inertia. Moreover the cooling pond causes only a small fraction of fog. However the calculation method for the required size of the cooling pond still does not have any obvious conclusion.

In this research, the heat transfer behavior in the cooling pond is studied the following factors which characterize the heat transfer behavior in the pond are considered ie: the condensing water flow rate, water barriers in the pond, the size of the cooling pond and the condensing water temperature.

From the result of the study, it is found that the change of water barriers in the cooling pond, the change of the cooling pond's size and the change of condensing water temperature do not alter the heat transfer behavior in the cooling pond. In fact, they provide only the direct effect on the magnitude of water temperature at the exit of the pond in the steady state condition, the rate of change of water temperature at the exit of the pond with respect to time and water temperature distribution in the pond. With water barriers in the pond, the water temperature at the exit of the pond in the steady state condition is lower, the rate of change of water temperature at the exit of the pond with respect to time is lower and more water temperature distribution in the pond in the pond is observed. By decreasing the size of the cooling pond it is found that the water temperature at the exit of the pond in the steady state condition increases, the rate of change of water temperature at the exit of the pond with respect to time increases and less water temperature distribution in the pond is observed. When increasing the condensing water temperature it is found that the water temperature at the exit of the pond in the steady state condition increases, the rate of change of water temperature at the exit of the pond with respect to time increases and more water temperature distribution in the pond is observed.

The result from the experiment is used to derive the equation for calculating the required area of the cooling pond with water barriers on the condition that water temperature in the pond does not need to be constant but can increase up to the specified limit.

Department Mechanical Engineering Student's Signature.....

Field of study Mechanical Engineering Advisor's Signature.....

Academic year 2001

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์จากนายฝ่ายด้วยกัน ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ดร.เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือให้คำปรึกษา และข้อแนะนำต่างๆ ที่นำมาซึ่งความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึง รองศาสตราจารย์ ดร.มานิจ ทองประเสริฐ ประธานกรรมการ ดร.ตุลย์ ณีวัฒนา และ ดร.สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์ กรรมการ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา ซึ่งเคยเป็นกำลังใจให้ตลอด เวลาจนสำเร็จการศึกษา

ผู้จัดทำงานวิจัย  
สรรพงศ์ รุ่งแสงมนูญ

**ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์.....	ง
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์อังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	น
สารบัญ.....	ฯ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ภ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย .....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	4
2.1 บทความที่ผ่านมา .....	4
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	19
3.1 แผนการวิจัย.....	19
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง .....	20
3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ใน การวิจัย .....	26
3.4 ขั้นตอนในการทดลอง.....	30
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	33
4.1 ผลการวิเคราะห์ .....	33
4.2 การสร้างสมการจาก การทดลอง.....	49
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ .....	57
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	57
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	58
รายการอ้างอิง.....	60
ภาคผนวก.....	63
ภาคผนวก ก กราฟและตารางแสดงผลการทดลอง .....	64

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข การสร้างสมการสำหรับการคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลง	
ของอุณหภูมิของน้ำเทียบกับเวลา.....	149
ภาคผนวก ค การคำนวณหาพื้นที่ที่ใช้ในการระบายความร้อนของสระน้ำ	
ระบายความร้อน และกำหนดค่า Shape Factor .....	159
ประวัติผู้เขียนนิพนธ์ .....	171



**ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 พื้นที่ที่ได้จากการ ( 4.3 ) ของสารน้ำที่มีอัตราการไหลของน้ำระบายน้ำร้อนต่างกันในกรณีที่ขนาดของสารน้ำระบายน้ำร้อนที่ใหญ่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณความร้อนที่เข้าสารน้ำระบายน้ำร้อน โดยอุณหภูมิของน้ำในสารน้ำระบายน้ำร้อนไม่เปลี่ยนแปลง (ตารางเมตร) .....	52
4.2 พื้นที่เฉลี่ย, พื้นที่ที่สภาวะคงตัว, อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ, อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำ และเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่สภาวะคงตัวซึ่งได้จากการ ( 4.1 ), ( 4.2 ) และ ( 4.3 ) โดยแทนค่าต่างๆที่ได้จากการทดลองของสารน้ำระบายน้ำร้อนที่มีอัตราการไหลของน้ำระบายน้ำร้อนต่างกันที่มีรูปแบบการกันทางเดินของน้ำในสารน้ำระบายน้ำร้อนต่างกัน.....	53
4.3 ค่าฟังก์ชันของพื้นที่ที่เกิดจากการกันทางเดินของน้ำที่ได้จากการ ( 4.4 ) .....	54
4.4 ค่า Shape Factor ที่ได้จากการ ( 4.6 ) .....	56
ก.1 อุณหภูมิที่สภาวะคงตัวที่ทางออกของสารน้ำระบายน้ำร้อนขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ที่อัตราการไหลของน้ำระบายน้ำร้อนต่างๆ และการกันทางเดินของน้ำในสารน้ำระบายน้ำร้อนต่างๆ โดยมีอุณหภูมิของน้ำระบายน้ำร้อนที่เข้าสารน้ำระบายน้ำร้อนเป็น $50^{\circ}\text{C}$ .....	145
ก.2 อุณหภูมิที่สภาวะคงตัวที่ทางออกของสารน้ำระบายน้ำร้อนขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร และสารน้ำระบายน้ำร้อนขนาด กว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ที่อัตราการไหลของน้ำระบายน้ำร้อนต่างๆ ที่ไม่มีการกันทางเดินของน้ำในสารน้ำระบายน้ำร้อนโดยมีอุณหภูมิของน้ำร้อนที่เข้าสารน้ำระบายน้ำร้อนเป็น $50^{\circ}\text{C}$ และ $40^{\circ}\text{C}$ .....	146
ก.3 ผลต่างระหว่างอุณหภูมิที่ทางเข้า และทางออกของสารน้ำระบายน้ำร้อนที่สภาวะคงตัว ของสารน้ำระบายน้ำร้อนขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ที่อัตราการไหลของน้ำระบายน้ำร้อนต่างๆ และการกันทางเดินของน้ำในสารน้ำระบายน้ำร้อนต่างๆ โดยมีอุณหภูมิของน้ำระบายน้ำร้อนที่เข้าสารน้ำระบายน้ำร้อนเป็น $50^{\circ}\text{C}$ .....	147

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.4 ผลต่างระหว่างอุณหภูมิที่ทางเข้า และทางออกของสารน้ำระบายน้ำร้อนที่ส่วนวงด้วยของสารน้ำระบายน้ำร้อนขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร และสารน้ำระบายน้ำร้อนขนาด กว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ที่อัตราการไหลของน้ำระบายน้ำร้อนต่างๆ ที่ไม่มีการกันทางเดินของน้ำในสารน้ำระบายน้ำร้อนโดยมีอุณหภูมิของน้ำระบายน้ำร้อนที่เข้าสารน้ำระบายน้ำร้อนเป็น 50 °C และ 40 °C.....	148
ค.1 พื้นที่ที่ได้จากการ (ค.2) ของสารน้ำที่มีอัตราการไหลของน้ำระบายน้ำร้อนต่างกัน ในกรณีที่ขนาดของสารน้ำระบายน้ำร้อนที่ใหญ่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณความร้อนที่เข้าสารน้ำระบายน้ำร้อน โดยอุณหภูมิของน้ำในสารน้ำระบายน้ำร้อนไม่เปลี่ยนแปลง (ตารางเมตร) .....	162
ค.2 พื้นที่ที่ได้จากการ (ค.1) โดยแทนค่าต่างๆที่ได้จากการทดลองของสารน้ำขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ที่มีอัตราการไหลของน้ำระบายน้ำร้อนต่างกัน ที่มีกฎแบบการกันทางเดินของน้ำในสารน้ำระบายน้ำร้อนต่างกัน (ตารางเมตร) .....	168
ค.3 ค่า Shape Factor ที่ได้จากการ (ค.3) .....	170

**ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

## สารบัญภาพ

หัวที่		หน้า
2.1	กลไกการถ่ายเทความร้อนของสารน้ำระบายความร้อน.....	7
3.1	เครื่องสูบน้ำ .....	20
3.2	ถังเก็บน้ำร้อน .....	21
3.3	สารน้ำระบายความร้อน.....	22
3.4	Breaker และ Magnetic Contactor .....	23
3.5	เครื่องควบคุมอุณหภูมิ .....	23
3.6	เครื่องทำน้ำร้อน .....	24
3.7	เครื่องเก็บข้อมูล .....	25
3.8	ระบบทางเดินของน้ำ.....	27
3.9	ระบบไฟฟ้า และควบคุม .....	28
3.10	อุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิของน้ำในสารน้ำระบายความร้อน .....	29
3.11	การกันทางเดินของน้ำในสารน้ำระบายความร้อนรูปแบบต่างๆ.....	31
ก.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำ และเวลา ของสารน้ำขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร เมื่อสารน้ำไม่มีการกันทางเดินของน้ำ ที่อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนต่างๆ โดยมีอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนที่เข้าสารน้ำระบายความร้อนเป็น 50 °C.....	65
ก.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำเทียบ กับเวลา และเวลา ของสารน้ำขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร เมื่อสารน้ำไม่มีการกันทางเดินของน้ำ ที่อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อน ที่เข้าสารน้ำระบายความร้อนเป็น 50 °C.....	66
ก.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำ และเวลา ของสารน้ำขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร เมื่อสารน้ำมีการกันทางเดินของน้ำรูปแบบที่ 1 ที่อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนต่างๆ โดยมี อุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนที่เข้าสารน้ำระบายความร้อนเป็น 50 °C.....	67
ก.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำ และเวลา ของสารน้ำขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร เมื่อสารน้ำมีการกันทางเดินของน้ำรูปแบบที่ 2 ที่อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนต่างๆ โดยมี อุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนที่เข้าสารน้ำระบายความร้อนเป็น 50 °C.....	68

## สารบัญภาพ (ต่อ)

## สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

## สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

៤២

ໜັກ

สารบัญภาพ (ต่อ)

๒๔

หน้า

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ข้อที่

หน้า

- ข.4 ภาพเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำเทียบกับเวลาของ  
สารน้ำขนาด กว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร  
ที่ไม่มีการกันทางเดินของน้ำในสารน้ำระบายน้ำร้อน โดยมีอุณหภูมิของน้ำ<sup>๑</sup>  
ระบายน้ำร้อนที่เข้าสารน้ำเป็น  $40^{\circ}\text{C}$  ที่ได้จากการทดลอง และจากการคำนวณ. 158



**ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**