

การวิเคราะห์ลักษณะการระบายความร้อนของ เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/1



นายสันติ จังพานิช

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-569-898-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

015432

i 10304526

ANALYSIS OF HEAT REMOVAL CHARACTERISTICS OF THE THAI
RESEARCH REACTOR-1/MODIFICATION 1

Mr. SANTI JUNGPANICH

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirement

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

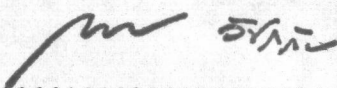
1989

ISBN 974-569-898-9

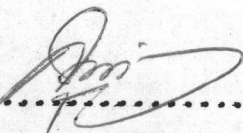
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ลักษณะการระบายความร้อนของ เครื่องปฏิกรณ์
ปรมาณู-1/1
โดย นายสันติ จังพานิช
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร
ปีการศึกษา 2531

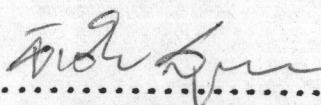


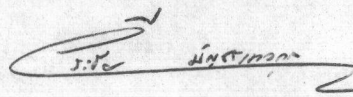
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

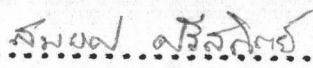

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรราชัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)


..... กรรมการ และอาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วีระชัย บัณฑิตกุล)


..... กรรมการ
(อาจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

สันติ จังพาณิชย์ : การวิเคราะห์ลักษณะการระบายความร้อนของ เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู-วิจัย-1/1 (ANALYSIS OF HEAT REMOVAL CHARACTERISTICS OF THE THAI RESEARCH REACTOR-1/MODIFICATION 1) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. รัชชัย ลุ่มิตร, 101 หน้า

จากการวิเคราะห์ลักษณะการระบายความร้อนของ เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1 ซึ่งใช้บ่อปฏิกรณ์และระบบระบายความร้อนของ เดิม เพื่อการระบายความร้อนให้กับแกนเครื่องปฏิกรณ์ตามคุณลักษณะของการระบายความร้อนแบบธรรมชาติ ผลการวิจัยพบว่ามีระยะเวลาหนึ่ง คือ ประมาณ 10 นาที ซึ่งความร้อนที่เกิดจากการเดินเครื่องปฏิกรณ์กระจายไปถึงท้ายบ่อปฏิกรณ์ จึงใช้เป็นเวลามาตรฐานการวัดอุณหภูมิ และได้ทำการวัดอุณหภูมิตามความลึก 12 ระดับ โดยแต่ละระดับทำการวัด 65 จุด เมื่อเครื่องปฏิกรณ์เดินเครื่องที่กำลัง 1 เมกกะวัตต์ การกระจายความร้อนที่ดีที่สุดในแนวตามความยาวของบ่อปฏิกรณ์ เกิดที่ระดับความลึก 4.8 เมตร และอุณหภูมิสำหรับน้ำในบ่อปฏิกรณ์ออกไประบายความร้อนเท่ากับ 36.8 องศาเซลเซียส ที่ตำแหน่ง 0.885 เมตร ห่างจากแกนเครื่องปฏิกรณ์ไปทางท้ายบ่อตามความยาวของบ่อปฏิกรณ์ ในกรณีเดินเครื่องที่กำลัง 2 เมกกะวัตต์ การระบายความร้อนจะดีที่สุดเมื่ออุณหภูมิของน้ำที่นำออกมีค่าเท่ากับ 39.6 องศาเซลเซียส ที่ตำแหน่ง 0.40 เมตร ห่างจากแกนเครื่องปฏิกรณ์ไปทางท้ายบ่อตามความยาวของบ่อปฏิกรณ์



ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี.....
สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี.....
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

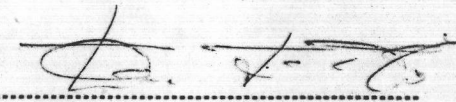
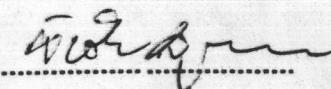
พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

SANTI JUNGPANICH : ANALYSIS OF HEAT REMOVAL CHARACTERISTICS OF THE THAI RESEARCH REACTOR-1/MODIFICATION 1. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. TATCHAI SUMITRA, Ed.D., 101 pp.

The Thai Research Reactor-1/Modification 1 is a TRIGA MARK III reactor using the old reactor pool. The heat removal is done by natural convection process. It was found from the study that the time required for the heat to travel to the end of the pool was about 10 min. Therefore this was adopted to be a standard time for temperature measurement. The measurements were done at 12 levels, each with 65 mesh points. It was found that when the reactor is operated at 1 MW, the optimum heat removal would be to draw out water at 36.8°C at 4.8 m below the surface and 0.885 m from the core. For 2 MW the conditions would be 39.6°C at 0.4 m from the core.



ภาควิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี
สาขาวิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 



กิตติกรรมประกาศ

ผลการวิจัยชิ้นนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากการอนุเคราะห์ ชี้นำ และช่วยเหลือ
เป็นอย่างดีของ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัย ชูมิตร หัวหน้าภาควิชาชีวเคมีและเทคโนโลยี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดร.มณู อร่ามรัตน์ ผู้อำนวยการกองปฏิกรณ์-
ปฏิบัติ คุณวิรัช ศรีเพชรดี รักษาการผู้อำนวยการกองปฏิกรณ์ปฏิบัติ สำนักงานพลังงานปรมาณู
เพื่อสันติ ผู้เขียนจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กองสุขภาพ และเจ้าหน้าที่กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ สำนักงาน
พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านเครื่องมือ วัสดุ และร่วม เป็นเจ้าหน้าที่
เดิน เครื่องปฏิกรณ์เพื่อการทดลอง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาชีวเคมีและเทคโนโลยีทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ
และสนับสนุนมาโดยตลอด



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตารางประกอบ	ญ
สารบัญรูปประกอบ	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	4
2. ลักษณะทั่วไปของ เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1	5
2.1 ลักษณะการทำงานของ เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ ปรับปรุงครั้งที่ 1	5
2.2 แกน เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู	6
2.3 ระบบควบคุมระดับกำลัง	20
2.4 ระบบความปลอดภัย	21
2.5 อุปกรณ์ปฏิบัติการทดลองและอาบรังสี	23
3. ทฤษฎีและหลักการระบายความร้อน เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู	25
3.1 หลักการระบายความร้อนของ เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ ปรับปรุงครั้งที่ 1	25

บทที่

3.2	การถ่าย เทความร้อนในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	29
3.3	หลักการระบายความร้อนและทอระบายความร้อนชนิดต่าง ๆ	34
4.	การวิเคราะห์ระบบระบายความร้อน เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1 /	
	ปรับปรุงครั้งที่ 1	47
4.1	การทำงานและประสิทธิภาพของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	
	แบบ เปลือกท่อ	47
4.2	การทำงานและประสิทธิภาพของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	
	แบบ แผ่น	49
4.3	การทำงานและประสิทธิภาพของทอระบายความร้อน	
	เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1 /ปรับปรุงครั้งที่ 1	53
5.	วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย	55
5.1	การวัดหาค่าเวลามาตรฐานการวัดอุณหภูมิ	55
5.2	การวัดหาค่าระดับอุณหภูมิของน้ำภายในบ่อปฏิกรณ์	60
6.	ผลการวิจัย	62
6.1	การกระจายระดับอุณหภูมิของน้ำในบ่อปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1 /	
	ปรับปรุงครั้งที่ 1	62
6.2	ตำแหน่งที่เหมาะสมของการนำน้ำในบ่อปฏิกรณ์ออกไประบายความร้อน	70
7.	สรุปผลการวิจัยและข้อ เสนอแนะ	78
7.1	สรุปผลการวิจัย	78
7.2	ข้อ เสนอแนะ	79

เอกสารอ้างอิง	82
ภาคผนวก	84
ประวัติผู้เขียน	101



ญ

สารบัญตารางประกอบ

หน้า

ตารางที่

2.2.1 ข้อมูลทางเทคนิคของแท่ง เชื้อเพลิงแบบมาตรฐานและแบบ LEU 16



สารบัญญรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1.1.1	ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับ เวลาที่ผ่านไปในขณะที่มีการ เดิน เครื่อง ปฏิกรณ์ปรมาณูอยู่ที่กำลังสม่ำเสมอ 1 เมกกะวัตต์	3
2.2.1	แผนผังส่วนสำคัญของ เครื่องปฏิกรณ์	7
2.2.2	แผนผังภายในแกน เครื่องปฏิกรณ์	9
2.2.3	แผ่นตะแกรงตัวบน	10
2.2.4	แผ่นตะแกรงตัวล่าง	11
2.2.5	เปลือกแกน เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู	12
2.2.6	ลักษณะแท่ง เชื้อ เพลิง เครื่องปฏิกรณ์แบบมาตรฐานและแบบ LEU	14
2.2.7	ลักษณะแท่ง เชื้อ เพลิงแบบมี เครื่องวัดอุณหภูมิอยู่ภายใน	17
2.2.8	ลักษณะการ เคลื่อนที่ของแท่งควบคุมในแกน เครื่องปฏิกรณ์	18
2.3.1	แผนหน้าบัทม์และแผนควบคุม เครื่องปฏิกรณ์	22
3.2.1	การ เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของของไหลตามระยะทาง ของการไหล	31
3.2.2	การ เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามระยะทางในอุปกรณ์แลกเปลี่ยน ความร้อนแบบไหลสวนทาง	32
3.2.3	อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลตั้งฉาก	33
3.3.1	การแลกเปลี่ยนความร้อนและความชื้นของน้ำและอากาศที่ผ่าน หอระบายความร้อนโดยไดอะแกรม Psychrometric chart	36
3.3.2	หอระบายความร้อนชนิดระบายอากาศตามธรรมชาติ	37
3.3.3	หอระบายความร้อนแบบปล่องไฟ	38
3.3.4	หอระบายความร้อนชนิด เป่าอากาศสวนทางกับน้ำ	40
3.3.5	หอระบายความร้อนชนิด เป่าอากาศจากล่างขึ้นบน	41

3.3.6	รูปทอระบายความร้อนแบบดูดอากาศออก	42
3.3.7	ช่วงอุณหภูมิ เรนจ์และแอปโพรช	44
3.3.8	Counter flow cooling tower selection and performance chart	46
5.1.1	รูปร่างของ เครื่องวัดอุณหภูมิ	56
5.1.2	ตำแหน่งของการติดตั้งอุปกรณ์กลสำหรับช่วยวัดอุณหภูมิ	57
5.1.3	การติดตั้งหัววัด เข้ากับอุปกรณ์กลสำหรับช่วยวัดอุณหภูมิ	58
6.1.1	ลักษณะการกระจายความร้อนในบ่อปฏิกรณ์ปรมาณูที่ระดับ ความลึก 481.4 เซนติ เมตร	63
6.1.2	การกระจายของระดับอุณหภูมิในแนวตัดขวางตามความกว้าง ของบ่อปฏิกรณ์ผ่านแกน เครื่องปฏิกรณ์ที่กำลัง 1 เมกกะวัตต์	64
6.1.3	การกระจายของระดับอุณหภูมิในแนวตัด เฉียงผ่านตำแหน่ง ท่อทางสูบน้ำออกจากบ่อปฏิกรณ์ผ่านแกน เครื่องปฏิกรณ์ที่กำลัง 1 เมกกะวัตต์	65
6.1.4	การกระจายของระดับอุณหภูมิในแนวตัดตามยาวของบ่อปฏิกรณ์ ผ่านแกน เครื่องปฏิกรณ์ที่ระดับความลึก 4.814 เมตร ที่กำลัง 1 เมกกะวัตต์	66
6.1.5	ช่วงการกระจายของระดับอุณหภูมิในแนวตั้งตามยาวของบ่อปฏิกรณ์ ผ่านแกน เครื่องปฏิกรณ์เทียบกับแนวตัดอื่น ๆ ตามแนวยาวของบ่อปฏิกรณ์ ที่ระดับความลึก 4.814 เมตร ที่กำลัง 1 เมกกะวัตต์	67
6.1.6	ความแตกต่างของระดับอุณหภูมิที่ระดับความลึกต่าง ๆ ตามแนวตัด ตามความยาวของบ่อปฏิกรณ์ ผ่านแกน เครื่องปฏิกรณ์ ที่กำลัง 1 เมกกะวัตต์	68
6.1.7	การกระจายของระดับอุณหภูมิตามแนวตัดผ่านแกน เครื่องปฏิกรณ์ ตามความยาวบ่อปฏิกรณ์ ที่กำลัง 0.75 เมกกะวัตต์	70

6.2.1	การหาค่าแรงแห่งที่เหมาะสมสำหรับนำน้ำออกจากบ่อปฏิกรณ์เพื่อไป ระบายความร้อน เมื่อมีการเดิน เครื่องปฏิกรณ์ 1 เมกกะวัตต์	73
6.2.2	การหาค่าแรงแห่งที่เหมาะสมสำหรับนำน้ำออกจากบ่อปฏิกรณ์เพื่อไป ระบายความร้อน เมื่อมีการเดิน เครื่องปฏิกรณ์ 2 เมกกะวัตต์	75
6.2.3	รูปร่างของทรงกรวยฐานมนโค้งที่มีมุมยอด 120 องศา และมีปริมาตร เป็นหนึ่งในสามของทรงกลม	76
7.2.1	ตัวอย่างการจัดท่อทางดูดนํ้าออกจากบ่อปฏิกรณ์ที่ระดับความลึก 4.8 เมตร	80