หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ได้จัดหาเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ TRIGA Mark III (Training Research and Isotope Production General Atomic Mark III) ซึ่งเป็นเครื่องปฏิกรณ์เครื่องที่สองของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ มาทดแทนเครื่องปฏิกรณ์เครื่องเก่าที่ใช้งานมานานกว่าสิบปีแล้ว การใช้งานนั้นเรามุ่งหมายเพื่อให้เป็นเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบเอนกประสงค์ ที่ใช้สำหรับการฝึกหัดการวิเคราะห์ วิจัย และผลิตสารกัมมันตรังสี สร้างโดยบริษัท เยนเนอรัลอะตอมมิค แห่งสหรัฐอเมริกา (1) ซึ่งเป็นชนิดสระน้ำ (swiming pool) โดยดัดแปลงบางส่วนเพื่อใช้ร่วมกับอุปกรณ์เดิมเช่น บ่อปฏิกรณ์ ท่ออาบรังสีบางส่วน และระบบระบายความร้อน ตามข้อกำหนดของเครื่องปฏิกรณ์เครื่องนี้กำหนดว่า สามารถเดินเครื่องปฏิกรณ์แบบให้กำลังสม่ำเสมอ (steadystate operation) ที่ 2 เมกกะวัตต์ (ความร้อน) และยังสามารถเดินเครื่องปฏิกรณ์แบบทวีกำลังชั่วขณะ (pulsing) ได้ถึง 2,000 เมกกะวัตต์ (ความร้อน) นอกจากนี้ยังสามารถเดินเครื่องปฏิกรณ์แบบสแควร์เวฟ (square wave) ได้อีกด้วย แท่งเชื้อเพลิงเป็นของผสมระหว่างเนื้อเชื้อเพลิงนิวเคลียร์กับธาตุหน่วงนิวตรอน (moderator) ซึ่งใช้ยูเรเนียมเป็นเชื้อเพลิง และไฮโดรเจนอยู่ในรูปสารประกอบเซอร์โคเนียมไฮไดรด์ (zirconium hydride) เป็นธาตุหน่วงนิวตรอนอัดแน่นเป็นแท่งอยู่ภายในโลหะรูปทรงกระบอกที่ทำด้วยสเตนเลสสตีลเบอร์ 304 (stainless steel No. 304) ซึ่งทนต่อการกัดกร่อนและทนต่ออุณหภูมิสูง ๆ ได้ดี มีอยู่ 110 แท่ง (2) นอกจากนี้ยังมีแท่งควบคุมที่ประกอบด้วยเชื้อเพลิงนิวเคลียร์กับธาตุหน่วงนิวตรอนอยู่ส่วนล่างของแท่งควบคุม ส่วนบนประกอบด้วยกราไฟต์กับบอแรด (borated graphite) ผสมกัน มีคุณสมบัติในการดูดจับนิวตรอนได้ดีจำนวน 4 แท่ง และยังมีอีก 1 แท่งที่ส่วนล่างเป็นที่ว่างเพียงอย่างเดียว แท่งเชื้อเพลิงและแท่งควบคุมประกอบอยู่ในแกนเครื่องปฏิกรณ์ (reactor core) แช่อยู่ในน้ำ น้ำนั้นนอกจากจะทำหน้าที่ลดพลังงานของนิวตรอน

(slow down) แล้ว ยังทำหน้าที่สะท้อนนิวตรอน (reflector) และระบายความร้อน (coolant) ให้กับเครื่องปฏิกรณ์อีกด้วย (3)

เมื่อเริ่มดึงแท่งควบคุมขึ้น นั่นหมายถึงการเริ่มเดินเครื่องปฏิกรณ์ เพื่อเป้าหมายที่ค่าพลังงานค่าหนึ่ง ปฏิกริยาแตกตัว (fission) ที่เกิดขึ้น นอกจากจะได้นิวตรอนจำนวนหนึ่งแล้ว ยังปลดปล่อยความร้อนออกมาอีกด้วย ความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกส่งผ่านให้กับน้ำในบ่อปฏิกรณ์เพื่อระบายความร้อนให้กับเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

ข้อกำหนดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1 มีอยู่ว่าอุณหภูมิของน้ำในบ่อปฏิกรณ์ (bulk water temperature) ในระหว่างที่มีการเดินเครื่องปฏิกรณ์จะต้องไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ถ้าเกินจากที่กำหนดจะต้องหยุดการเดินเครื่องปฏิกรณ์โดยทันที เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องปฏิกรณ์ การเดินเครื่องปฏิกรณ์ปัจจุบันนี้ ทางกองปฏิกรณ์ได้เดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูอยู่ที่กำลังสม่ำเสมอ 1 เมกกะวัตต์ อุณหภูมิของน้ำในบ่อปฏิกรณ์โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 38 องศาเซลเซียส ถึง 39 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิของข้อกำหนดในการเดินเครื่องปฏิกรณ์ กล่าวคือ ใกล้กับ 40 องศาเซลเซียส ดังจะดูได้จากรูปที่ 1.1.1 ซึ่งเป็นการแสดงด้วยกราฟ เพื่อให้เห็นระดับอุณหภูมิที่เวลาผ่านไปขณะที่มีการเดินเครื่องปฏิกรณ์อยู่ที่กำลังสม่ำเสมอ 1 เมกกะวัตต์ ในระยะเวลา 11 ชั่วโมงติดต่อกัน (2)

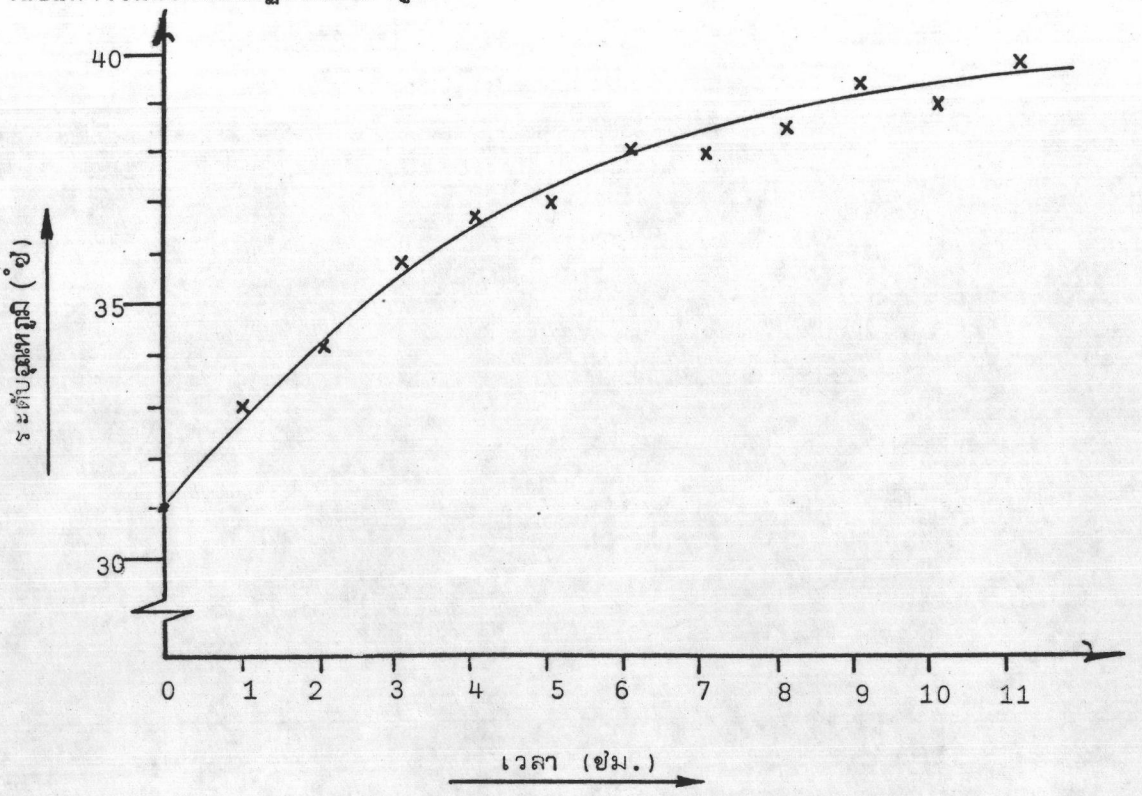
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาทฤษฎีของการถ่ายเทความร้อนซึ่งใช้ได้กับลักษณะของการกระจายความร้อนตลอดจนกระทั่งการวิเคราะห์การกระจายความร้อนในบ่อปฏิกรณ์ และการระบายความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1 รวมทั้งการเสนอแนะการปรับปรุงระบบระบายความร้อนเพื่อให้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1 สามารถระบายความร้อนได้เพียงพอเมื่อมีการเดินเครื่องที่ 2 เมกกะวัตต์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

หาการกระจายความร้อนในบ่อปฏิกรณ์ของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1 โดยการวัดด้วยอุปกรณ์วัดทางอิเลคทรอนิคส์เพื่อคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อน

เมื่อมีการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู



รูปที่ 1.1.1 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับเวลาที่ผ่านไปขณะที่มีการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูอยู่ที่กำลังสม่ำเสมอ 1 เมกกะวัตต์

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ขั้นการเตรียมการก่อนดำเนินการวิจัย ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารเชิงวิชาการ เช่น รายงานทางวิชาการ หนังสือ สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการระบายความร้อนจากผู้ที่เกี่ยวข้องและนักวิชาการ เพื่อเป็นแนวทางในการหาข้อมูลมาวิเคราะห์วิจัยการระบายความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1

1.4.2 ขั้นดำเนินการวิจัย ได้แบ่งขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยการระบายความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1 ไว้ดังนี้

1.4.2.1 ศึกษาค้นคว้าหาทฤษฎีมาช่วยอธิบายปรากฏการณ์การถ่ายเทความร้อน

1.4.2.2 ศึกษาและเลือกอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่เหมาะสม

1.4.2.3 ออกแบบและสร้างอุปกรณ์กลสำหรับช่วยวัดอุณหภูมิในบ่อปฏิกรณ์

1.4.2.4 ทำการวัดหาค่าระดับอุณหภูมิในตำแหน่งต่าง ๆ ของบ่อปฏิกรณ์ปรมาณูโดยแบ่งน้ำในบ่อออกเป็นปริมาตรเล็ก ๆ ขนาด 70.8X70.8X70.8 ซม.^{3} และวัดในใจกลางของปริมาตรน้ำนั้น

1.4.2.5 วิเคราะห์การกระจายของความร้อนภายในบ่อปฏิกรณ์

1.4.2.6 วิเคราะห์การระบายความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์โดยอาศัยข้อมูลทางอุณหภูมิที่ได้จากการวัด

1.4.2.7 สรุป เสนอแนะ และรายงานผลการวิจัย

1.5 <u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย</u>

1.5.1 ช่วยให้ได้ข้อมูลของการกระจายความร้อนและผลแห่งการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบระบายความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1/ปรับปรุงครั้งที่ 1

1.5.2 ได้ข้อเสนอแนะที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงระบบระบายความร้อนเพื่อให้สามารถระบายความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพียงพอเมื่อมีการเดินเครื่องปฏิกรณ์ 2 เมกกะวัตต์ (ความร้อน)