บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการปรับเทียบแคลอรีมิเตอร์

จากผลการปรับเทียบแคลอรีมิเตอร์ โดยวิธี hot and cold bath ค่า time constant ที่ได้จากการพล็อตบนกราฟกึ่งล็อก (semi-log) มีค่าเท่ากับ 106.5 $\pm$ 4 วินาที เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่บริษัทผู้ผลิตรับรองซึ่งมีค่าเท่ากับ 92.2 วินาที พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้อาจเกิดความผิดพลาดในขณะที่ทำการทดลองคือ ไม่ได้ควบคุมเงื่อนไขต่างๆให้เหมือนกันทุกครั้ง เป็นต้น

การปรับเทียบโดยวิธีนี้เป็นการปรับเทียบที่ทำอยู่ภายนอกเครื่องปฏิกรณ์ฯ ทำให้ไม่มีผลเนื่องจากรังสีเข้ามารบกวน แต่เมื่อนำแคลอรีมิเตอร์เข้าไปทำการวัดค่าความร้อนสะสมหรือค่าปริมาณรังสีดูดกลืนภายในเครื่องปฏิกรณ์ฯ เป็นระยะเวลานาน อนุภาคนิวตรอนจะเข้าทำปฏิกิริยากับโครงสร้างของแคลอรีมิเตอร์ จนกระทั่ง แคลอรีมิเตอร์กลายสภาพเสมือนเป็นสารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง ทำให้ไม่สะดวกต่อการนำมาปรับเทียบภายนอกเครื่องปฏิกรณ์ฯ ควรนำการปรับเทียบโดยวิธี Electrical Heating มาใช้แทน แต่เนื่องจากขดลวดความร้อนของแคลอรีมิเตอร์ที่ใช้สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ขาด ทำให้จำเป็นต้องใช้วิธี Hot and cold bath มาตรวจสอบสภาพการทำงานของแคลอรีมิเตอร์ และด้วยเหตุผลที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนสภาพเป็นสารกัมมันตรังสีของโครงสร้างของแคลอรีมิเตอร์และเวลาที่มีอยู่จำกัด ทำให้ไม่สามารถแสดงผลของการปรับเทียบหลังการทดลอง

6.2 สรุปผลการทดลองการหาค่าความร้อนสะสมในท่อ G-22 และท่อ A-4

จากผลการหาค่าความร้อนสะสมในท่อ G-22 พบว่า ความร้อนที่เกิดขึ้นในท่อ G-22 ซึ่งเป็นท่อแห้งและอยู่ภายในแกนเครื่องปฏิกรณ์ฯ ไม่มีน้ำเป็นตัวระบายความร้อนภายในท่อ แต่มีน้ำล้อมรอบภายนอกนั้น ส่วนใหญ่เป็นผลเนื่องมาจากรังสีซึ่งเกิดขึ้นภายในแกนเครื่องปฏิกรณ์ฯ หลายชนิด เช่น รังสีที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาการแบ่งแยกนิวเคลียส การสลายตัวของนิวไคลด์ที่มาจากปฏิกิริยาการแบ่งแยกนิวเคลียส การเกิดปฏิกิริยาการจับนิวตรอนของสสารแล้วปลดปล่อยรังสีแกมมา (Capture gamma ray) และการเกิดอันตรกิริยาแบบต่างๆ ของรังสีแกมมากับสสาร เป็นต้น ซึ่งรังสีเหล่านี้ได้ส่งผลให้ค่าความร้อนที่วัดได้ในท่อ G-22 มีค่าสูงกว่าท่อ A-4

สำหรับผลการทดลองที่วัดได้ในท่อ A-4 ซึ่งเป็นท่อที่มีลักษณะเช่นเดียวกับท่อ G-22 พบว่าค่าความร้อนที่วัดได้น้อยกว่าประมาณ 20 เท่า ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากรังสีที่เกิดขึ้นภายนอกแกนเครื่อง

ปฏิกรณ์ฯ มีจำนวนน้อยกว่าภายในแกนเครื่องปฏิกรณ์ฯ และส่วนใหญ่มาจากรังสีแกมมา และการสลายตัวของไอโซโทปรังสีที่มีครึ่งชีวิตยาว ทำให้ค่าความร้อนที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าในท่อ G-22

นอกจากนี้เนื่องจากท่อ A-4 เป็นท่อภายนอกแกนเครื่องปฏิกรณ์ฯ และเครื่อง ปปว-1/1 ใช้น้ำเป็นสารระบายความร้อน น้ำจึงเป็นตัวกำบังรังสีต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเครื่องปฏิกรณ์ฯ มายังท่อ A-4 อีกด้วย

สำหรับข้อเสนอแนะในการทดลองเพื่อหาค่าความร้อนสะสมหรือปริมาณรังสีดูดกลืน ข้อที่ควรระวังในการทำการทดลองมากที่สุด คือ อุณหภูมิของน้ำที่อยู่ภายในระบบ จากการสังเกตในขณะที่ทำการทดลอง เมื่อเจ้าหน้าที่เดินเครื่องปฏิกรณ์ฯ ทำการเติมน้ำภายในบ่อขณะที่ทำการทดลองอยู่นั้น ผลปรากฏว่า อุณหภูมิทั้งภายในและภายนอกของแคลอรีมิเตอร์มีค่าลดลง ดังนั้น ในขณะที่ทำการทดลองไม่ควรทำให้ระบบของการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขไปจากเดิมมากนัก

6.3 สรุปผลการทดลองหาค่าความสัมพันธ์ของความร้อนสะสมหรือปริมาณรังสีดูดกลืนกับการเปลี่ยนกำลังของเครื่องปฏิกรณ์ฯ

จากผลการทดลองพบว่า ความร้อนสะสมที่ได้มีค่าแปรผันตามกำลังของเครื่องปฏิกรณ์ฯ ทั้งนี้ในการทดลอง เมื่อทำการเปลี่ยนระดับกำลังของเครื่องปฏิกรณ์ฯ จำเป็นจะต้องรอจนกระทั่งแคลอรีมิเตอร์ปรับตัวเข้าสู่สภาวะกำลังของเครื่องปฏิกรณ์ฯ ที่เปลี่ยนไปและปรับตัวของมันเองให้เข้าสู่สภาวะสมดุล ซึ่งต้องใช้เวลาประมาณครึ่งชั่วโมงหรือเมื่อสังเกตเห็นค่าของอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ทั้งนี้ได้ศึกษาจากงานวิจัยที่ผ่านมาประกอบกันพบว่า ค่าความร้อนสะสมมีค่าแปรผันตามกำลังของเครื่องปฏิกรณ์ฯ เช่นเดียวกัน

แต่เวลาที่ทำการทดลองมีค่อนข้างจำกัด เนื่องจากถึงระยะเวลาการปิดเพื่อปรับปรุงและซ่อมแซมดูแลเครื่องปฏิกรณ์ฯ ทำให้ไม่สามารถที่จะขยายผลการทดลองออกไปมากกว่านี้

6.4 สรุปผลการทดลองหาค่าความร้อนสะสมหรือค่าปริมาณรังสีดูดกลืนในท่ออาบรังสีที่ใช้ลมเมื่อทำการปรับระยะทางของแคลอรีมิเตอร์

จากผลการทดลองปรากฏว่า เมื่อทำการเลื่อนแคลอรีมิเตอร์ตามแนวตั้งของท่อ ครั้งละ 5 ซ.ม. เป็นระยะทางรวม 40 ซ.ม. พบว่า ค่าความร้อนสะสมหรือค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่วัดได้มีค่าลดลงตามระยะทางที่เลื่อนขึ้นมาเป็นลำดับ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากจำนวนของรังสีที่สามารถเข้าทำปฏิกิริยามีจำนวนลดลงตามระยะทางที่เพิ่มสูงขึ้นจากกึ่งกลางของแกนเครื่องปฏิกรณ์ฯ ทำให้ค่า

ความร้อนสะสมที่หาได้จากการทดลองหรือค่าอัตราของปริมาณรังสีดูดกลืนมีค่าสอดคล้องกับค่าการกระจายของนิวตรอนฟลักซ์ตามแนวตั้งที่วัดได้ในท่อ G-22

แต่เนื่องจากโครงสร้างของวัสดุที่นำมาใช้ในการวัดการกระจายของนิวตรอนฟลักซ์ คือแผ่นทองคำที่มีขนาดเล็กกว่าแคลอรีมิเตอร์ที่นำมาใช้ ทำให้สามารถนำไปวัดในตำแหน่งที่ต่ำกว่าภายในท่อ G-22 ทำให้รูปกราฟช่วงเริ่มต้นการทดลองมีลักษณะที่โค้งลงไปเล็กน้อย นอกจากนี้ ภายในท่อ G-22 ยังได้รับการหนุนด้วยสปริงภายในท่อ เพื่อให้ตำแหน่งของภาชนะที่บรรจุสารตัวอย่างที่ต้องการอาบรังสีตรงกับค่าที่ได้รับปริมาณรังสีสูงสุด ทำให้รูปกราฟความร้อนที่ได้มีรูปคล้ายระฆังคว่ำเพียงครึ่งเดียว

6.5 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่วัดได้โดยใช้ Calorimeter กับ Ionization chamber

ค่าปริมาณรังสีดูดกลืนเฉลี่ยที่วัด โดยใช้แคลอรีมิเตอร์ เป็นการวัดในท่อ A-4 มีค่าเท่ากับ 39,466 Gy/hr ส่วนค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่วัดโดยใช้ Ionization chamber เป็นการวัดใน Standard neutron irradiation facility (SNIF) มีค่าเท่ากับ 1.38 Gy/hr [Thailand,1984] จะเห็นได้ว่า ค่าปริมาณรังสีดูดกลืนในท่อ A-4 มีค่าสูงกว่าใน SNIF ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ตะกั่วที่อยู่ล้อมรอบ SNIF เป็นตัวช่วยลดความแรงของรังสีแกมมา และใน SNIF ยังมี B_4C กันไม่ให้เทอร์มัลนิวตรอนผ่านเข้าไปได้ ดังนั้นความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จึงมาจาก นิวตรอนเร็ว นอกจากนี้ SNIF ยังเป็นท่ออาบแบบเปียก กล่าวคือ ภายในท่ออาบจะมีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งต่างจากท่อ A-4 ที่เป็นท่อแห้ง

6.6 ข้อเสนอแนะ

จะเห็นได้ว่า การวัดปริมาณรังสีดูดกลืนโดยใช้แคลอรีมิเตอร์เป็นวิธีที่สะดวก และรวดเร็ว สามารถนำค่าที่ได้ไปใช้งานได้ โดยไม่จำเป็นต้องนำไปเปรียบเทียบเช่นเครื่องมือวัดชนิดอื่น และทำให้สามารถนำค่าที่ได้ ไปประเมินค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นในภาชนะที่ใช้สำหรับบรรจุตัวอย่าง แต่อย่างไรก็ตาม ควรที่จะได้ทำการทดลอง เพื่อหาค่าการกระจายของนิวตรอน และรังสีแกมมาที่เกิดขึ้นในภาชนะชนิดนั้น ก็จะทำให้ทราบถึงสาเหตุของการบวม การผิดรูป ว่า เกิดจากรังสีชนิดใด นอกจากนี้ ผู้ทำการทดลองเห็นว่า สารกัมมันตรังสีที่เกิดจากการกระตุ้นของนิวตรอนกับโครงสร้างของแคลอรีมิเตอร์ มีความแรงของรังสีสูง เพื่อที่จะได้มีการพัฒนานำแคลอรีมิเตอร์ไปใช้วัดในท่ออื่นภายในแกนเครื่องปฏิกรณ์ฯควรเพิ่มความระมัดระวังในจุดนี้ด้วย