บทที่ 6

บทสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุปผลการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณค่าฟลักซ์ความร้อนภายใต้ปรากฏการณ์การเดือดเป็นชั้นฟิล์มแบบขึ้นกับเวลาบนผิววัตถุทรงกลม สิ่งสำคัญประการหนึ่งซึ่งต้องพิจารณาในลำดับแรกคือการคำนวณอุณหภูมิภายในทรงกลม ในการคำนวณหาอุณหภูมิภายในทรงกลมนั้น จำเป็นต้องทราบอุณหภูมิที่ผิวทรงกลม ซึ่งได้กำหนดเงื่อนไขของอุณหภูมิที่ผิวทรงกลมทั้งหมด 3 แบบ โดยสามารถจำแนกได้คือ การคำนวณแบบที่ 1 อุณหภูมิที่ผิวมีค่าคงที่เท่ากันทั้งหมด การคำนวณแบบที่ 2 อุณหภูมิที่ผิวเปลี่ยนแปลงตามมุมเป็นแบบเชิงเส้นแต่มีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับเวลา ซึ่งได้ถูกนำมาใช้เปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมและหาค่าการแบ่งในแนวรัศมีและในแนวมุมที่เหมาะสม และการคำนวณแบบที่ 3 อุณหภูมิที่ผิวจากการประมาณค่าจากผลการทดลอง หลังจากคำนวณอุณหภูมิภายในทรงกลมแล้วจึงจะสามารถหาค่าฟลักซ์ความร้อนได้

การคำนวณแบบที่1 อุณหภูมิที่ผิวมีค่าคงที่เท่ากันทั้งหมด จะมีการลดลงของอุณหภูมิตามแนวรัศมี โดยเริ่มจากผิวทรงกลมแล้วจะลดลงโดยเคลื่อนเข้าไปในแนวรัศมี การลดลงของอุณหภูมิจะลดลงเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับค่าการแพร่ความร้อน ถ้าวัสดุที่มีค่าการแพร่ความร้อนมากจะมีการลดลงของอุณหภูมิเฉลี่ยภายในทรงกลมเร็วกว่าวัสดุที่มีค่าการแพร่ความร้อนน้อย

การคำนวณแบบที่ 2 อุณหภูมิที่ผิวเปลี่ยนแปลงตามมุมเป็นแบบเชิงเส้นแต่มีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับเวลา โดยความไม่สมมาตรของการกระจายอุณหภูมิ จะทำให้การคำนวณในระบบพิกัดทรงกลมโดยใช้เงื่อนไขที่จุดศูนย์กลางคือ $\left.\frac{\partial T}{\partial r}\right|_{r=0} = 0$ ผลการคำนวณที่ได้ไม่มีความต่อเนื่องที่จุดศูนย์กลาง จึงทำให้ต้องสร้างเงื่อนไขใหม่คือ $\left.\frac{\partial T}{\partial r}\right|_{\theta} = -\left.\frac{\partial T}{\partial r}\right|_{\pi-\theta}$ ซึ่งจะทำให้ผลการคำนวณมีความต่อเนื่องที่จุดศูนย์กลาง และเมื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณอุณหภูมิภายในทรงกลมในระบบพิกัดทรงกระบอกกับพิกัดทรงกลม ซึ่งจะพบว่าผลการคำนวณในทั้ง 2 ระบบนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน การเปลี่ยนค่าการแบ่งในแนวรัศมีและในแนวมุมจะพบว่าเมื่อเพิ่มค่าการแบ่งในแนวรัศมีและในแนวมุมขึ้นจะพบว่าผลการคำนวณมีค่าเข้าใกล้กันมากขึ้น แต่ถ้าเพิ่มค่าการแบ่งมากๆก็จะทำให้เสียเวลาในการคำนวณมากแต่ผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

การคำนวณแบบที่ 3 อุณหภูมิที่ผิวจากการประมาณค่าจากผลการทดลอง ซึ่งจะใช้การประมาณค่าในช่วงกำลังสามในการคำนวณหาค่าอุณหภูมิที่ผิว ณ ตำแหน่งต่างๆจากตำแหน่งที่รู้คือที่มุม 0, 0.79, 1.57 และ 2.36 เรเดียน เพื่อนำไปคำนวณอุณหภูมิภายในทรงกลมซึ่งจะเลือกค่าการแบ่งในแนวรัศมีและในแนวมุมที่เหมาะสมจากการคำนวณแบบที่ 2 โดยผลการทดลองนั้นจะมีอยู่ทั้งหมด 4 แบบ คือ อุณหภูมิภายในทรงกลมเริ่มต้นเท่ากับ 200,300,400 และ 500 °C

การคำนวณค่าฟลักซ์ความร้อนจากผลการคำนวณในแบบที่ 1 และ2 จะมีในค่าสูงในช่วงแรกและลดลงเรื่อยๆเนื่องจากอุณหภูมิที่ผิวคงที่แต่อุณหภูมิภายในลดลงเมื่อเวลาผ่านไป

การคำนวณค่าฟลักซ์ความร้อนจากผลการคำนวณในแบบที่ 3 จะพบว่าในตอนแรกค่าฟลักซ์ความร้อนมีค่าสูงในระดับหนึ่ง เมื่อเวลาผ่านไปค่าฟลักซ์ความร้อนมีค่าลดลงในช่วงสั้นๆ และหลังจากนั้นค่าฟลักซ์ความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากทรงกลมสัมผัสของเหลวครั้งแรกจะเป็นการถ่ายเทความร้อนจากผิวทรงกลมสู่ของเหลวโดยตรงจึงทำให้มีค่าฟลักซ์ความร้อนสูงในระดับหนึ่ง แต่เมื่อเวลาผ่านไปได้เกิดชั้นฟิล์มของไอน้ำขึ้น ชั้นฟิล์มที่เกิดขึ้นจะทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อน จึงทำให้ค่าฟลักซ์ความร้อนน้อยลง และเมื่อเวลาผ่านไปชั้นฟิล์มจะเกิดการหลุดลอกเนื่องจากความร้อนภายในทรงกลมลดลงและความเร็วของทรงกลมเพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่าฟลักซ์ความร้อนเพิ่มขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้ข้อมูลจากอุณหภูมิที่ผิวเป็นขอบเขตเริ่มต้น ดังนั้นความถูกต้อง แม่นยำ ของค่าที่ได้จากการทดลองนั้นเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งผลการทดลองในเวลาเดียวกันนั้น มี 4 ตำแหน่งคือ 0, 0.79, 1.57 และ 2.36 เรเดียน ทำให้จะต้องประมาณค่าในตำแหน่งอื่นๆที่ต้องการรู้ ถ้าผลการทดลองมีตำแหน่งที่วัดผลมากกว่านี้และการวัดมีประสิทธิภาพสูงจะทำให้ข้อมูลที่ผิวจะทำไปใช้คำนวณในโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีค่าที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่ผลลัพธ์ของการกระจายตัวของอุณหภูมิในโลหะทรงกลมที่ถูกต้อง จึงทำให้การคำนวณค่าฟลักซ์ความร้อนมีค่าน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

การที่จะทำให้อยู่ในรูปพารามิเตอร์ไร้มิติจำเป็นต้องทำการทดลองหลายครั้งเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ยที่ถูกต้องมากขึ้นและจำเป็นต้องทราบความเร็วของทรงกลมที่ตกลงของเหลวที่ถูกต้อง ซึ่งตัวอย่างในการทำให้อยู่ในรูปพารามิเตอร์ไร้มิตินั้นแสดงไว้ในภาคผนวก ข