บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

6.1 สรุปผลการศึกษา

6.1.1 ลักษณะการไหลของของไหล

จากผลการศึกษาพบว่ามีการไหลของของไหลเกิดขึ้นทั้งในแนวแกน X , แกน Y และแกน Z โดยมีการไหลของของไหลในแนวแกน X เกิดขึ้นที่บริเวณผิวด้านข้างของครีบในทิศทางพุ่งออกจากผิวครีบเข้าสู่ช่องว่างระหว่างแถวครีบ ทำให้เกิดการพาความร้อนจากครีบไปยังของไหล และที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ มีค่ามากจะมีการไหลของของไหลในแนวแกน X มากกว่าที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ ต่ำๆ

การไหลของของไหลในแนวแกน Y เกิดขึ้นที่บริเวณพื้นผิวในแนวดิ่งและบริเวณปลายครีบในทิศทางพุ่งออกจากพื้นผิวไปในทิศทางบวกของแกน y และที่บริเวณห่างจากปลายครีบออกไปในทิศทางบวกของแกน Y มีการเคลื่อนที่ของของไหลในทิศทางเข้าสู่ช่องว่างระหว่างแถวครีบ (ทิศทางลบของแกน Y) ซึ่งลักษณะการไหลในแนวแกน Y เช่นนี้ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกจากครีบได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าการไหลของของไหลในแนวแกน Y มีน้อยมากเมื่อค่า $Gr_s.Pr.s/L$ มีค่าต่ำๆ และจะมีการไหลมากขึ้นเมื่อค่า $Gr_s.Pr.s/L$ เพิ่มขึ้น

การไหลของของไหลในแนวแกน Z มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของแรงโน้มถ่วง และเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนมาก ที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ ต่ำๆ จะเกิด fully developed ของ boundary layer ของความเร็วในแนวแกน Z อย่างชัดเจนและไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความเร็วตามแนวแกน Z ในขณะที่เมื่อค่า $Gr_s.Pr.s/L$ มีค่ามากก็มีการเกิด fully developed เช่นกัน แต่ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงของความเร็วตามแนวแกน Z คือ ความเร็วจะมากขึ้นเมื่อ Z เพิ่มขึ้น และพบว่าที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ ต่ำ จะมีความเร็วของของไหลในแนวแกน Z มากกว่าที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ สูงทั้งนี้เนื่องจากในกรณีที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ ต่ำ อุณหภูมิของของไหลจะสูงมากกว่าที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ สูง ทำให้มีแรงลอยตัวของของไหลสูงกว่า

6.1.2 อุณหภูมิของของไหลและครีบ

จากผลการศึกษาพบว่ามี boundary layer ของอุณหภูมิของของไหลเกิดขึ้นที่บริเวณพื้นผิวในแนวดิ่ง , บริเวณผิวด้านข้างของครีบ และ บริเวณปลายครีบ โดยมีการเกิด fully developed ของ

boundary layer อย่างชัดเจนเมื่อค่า $Gr_s.Pr.s/L$ มีค่าต่ำ ซึ่งการเกิด fully developed ทำให้ค่า Nusselt number ของกรณีที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ ต่ำ มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ สูง

อุณหภูมิของครีบมีค่าลดลงตามแนวความสูงครีบ โดยที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ ต่ำ อุณหภูมิของครีบจะลดลงตามแนวความสูงครีบน้อยกว่ากรณีที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ สูงทั้งนี้เป็นผลมาจาก ที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ ต่ำ อุณหภูมิของของไหลจะสูงกว่ากรณีที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ สูง

6.1.3 ค่า Nusselt number

ค่า Nusselt number จะมีค่ามากขึ้นเมื่อค่า $Gr_s.Pr.s/L$ สูงขึ้นทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการเกิด fully developed ของ boundary layer ของความเร็วและอุณหภูมิของของไหล ค่า Nusselt number ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการทดลองทั้งนี้เนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนของครีบซึ่งเกิดขึ้นในการทดลอง และการมีความร้อนบางส่วนสูญเสียออกจากอุปกรณ์ทดลอง และการกำหนดข้อสมมุติในการคำนวณ เช่น การสมมุติให้ชุดครีบมีลักษณะเป็น infinity fin (ชุดครีบที่มีจำนวนแถวครีบเป็นอนันต์) รวมทั้งการกำหนดภาวะขอบเขตที่ระยะ $z = L$ ที่ให้ gradient ในแนวแกน z ของอุณหภูมิและความเร็วของของไหลเท่ากับ 0 ซึ่งข้อสมมุติเหล่านี้ทำให้คำตอบเชิงตัวเลขที่ได้ไม่ตรงตามความจริง

ที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ ต่ำกว่า 100 ค่า Nusselt number ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการทดลองอยู่ในช่วง 30 ถึง 70 % ซึ่งหากมีการควบคุมให้มีความร้อนสูญเสียในการทดลองน้อยลง และ ทำการหาคำตอบเชิงตัวเลขโดยคำนึงถึงผลของการแผ่รังสีความร้อนด้วย ก็อาจจะทำให้ ความแตกต่างของค่า Nusselt number ที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ได้จากการทดลองน้อยลง อย่างไรก็ตามที่ ค่า $Gr_s.Pr.s/L$ มากกว่า 100 ค่า Nusselt number ที่ได้จากการคำนวณมีความสอดคล้องกับผลการทดลองของ Chaddock โดยมีค่าต่ำกว่าผลการทดลองอยู่ในช่วง 10 ถึง 20 %

จากผลการศึกษาได้นำมาสรุปเป็นสมการที่ใช้คำนวณค่า Nusselt number คือ

$$Nu_s = 0.042.(Gr_s.Pr.s/L)^{0.686}.[1-e^{-250/(Gr_s.Pr.s/L)}]^{0.496} \qquad (5.3)$$

ค่า Nusselt number ที่คำนวณจากสมการ (5.3) จะมีค่าต่ำกว่า ค่าที่คำนวณจากสมการ(5.2) (ซึ่งเป็นสมการที่ได้จากการทดลองของ Chaddock) ประมาณ 68 เปอร์เซนต์ที่ค่า $Gr_s.Pr.s/L = 0.3$ และเมื่อค่า $Gr_s.Pr.s/L$ เพิ่มขึ้นผลต่างของค่า Nusselt number ที่คำนวณจากสมการทั้งสองจะลดลง และถ้าค่า $Gr_s.Pr.s/L > 100$ ค่า Nusselt number ที่คำนวณจากสมการ(5.3)จะมีค่าต่ำกว่าค่าที่คำนวณจาก

สมการ(5.2) อยู่ในช่วงประมาณ 10-20% ดังนั้นจึงควรจะมีการศึกษาในเรื่องนี้เพิ่มเติมอีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ $Gr_s.Pr.s/L$ มีค่าต่ำ

6.1.4 ระยะห่างระหว่างแถวครีบที่ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงที่สุด

จากการใช้โปรแกรมที่ประดิษฐ์ขึ้นทำการคำนวณหาระยะห่างระหว่างแถวครีบที่ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงที่สุดพบว่าผลที่ได้จากการคำนวณให้แนวโน้มที่สอดคล้องกับผลการทดลองของ Leung and Probert (1989a) โดยการที่มีค่าระยะห่างระหว่างแถวครีบที่ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงที่สุด เนื่องจากเมื่อค่าระยะห่างระหว่างแถวครีบลดลงจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่าน้อยลงแต่จะทำให้พื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนมากขึ้น ซึ่งลักษณะเช่นนี้ทำให้มีค่าระยะห่างระหว่างแถวครีบค่าหนึ่งที่จะให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงที่สุด

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันซึ่งสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความแตกต่างคือ ผลของการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งในการศึกษานี้ไม่ได้คำนึงถึงผลของการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งหากอุณหภูมิของครีบมีค่าสูงมากๆ ผลของการแผ่รังสีความร้อนก็จะมีมาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าหากมีการศึกษาโดยพิจารณาผลของการแผ่รังสีเข้าไปในการคำนวณด้วยก็จะทำให้ผลการคำนวณมีความแม่นยำมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย