บทที่ 7
สรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาค่าตัวเลขนัสเซิลท์ ตัวประกอบเสียดทาน และประสิทธิภาพการเพิ่มสมถรรนะการถ่ายเทความร้อนของแผ่นช่องขนานที่มีครีบในรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยการทดลองจะเป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของรูปแบบครีบภายในช่องขนาน ,การจัดวางรูปแบบครีบชนิดแนวครีบตรงและแนวครีบเยื้อง และสัดส่วนความสูงครีบต่อระยะห่างแผ่นช่องขนาน (e/D) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.20, 0.25 และ 0.33 โดยทำการศึกษาตั้งแต่ค่าตัวเลขเรย์โนลด์ 300 ถึง 20,000 โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกับช่องแผ่นขนานผิวเรียบ ซึ่งจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เมื่ออากาศที่ไหลภายในแผ่นช่องขนานมีความปั่นป่วนมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้วยอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้น หรือการติดตั้งครีบไว้ภายในแผ่นช่องขนาน เหล่านี้จะทำให้ช่องขนานดังกล่าวมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนมากยิ่งขึ้น ซึ่งการไหลแบบปั่นป่วนจะสามารถสังเกตได้จากค่าตัวประกอบแรงเสียดทานที่มีค่าเพิ่มขึ้น
2. ในช่วงอัตราการไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow) และค่าตัวเลขเรย์โนลด์ต่ำกว่า 500 พบว่าค่าตัวเลขนัสเซิลท์ของช่องขนานชนิดผิวเรียบและช่องขนานที่มีครีบทุกประเภทจะมีค่าใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นช่องขนานแต่ละประเภทจะมีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันไป ในขณะเดียวกัน ในช่วงอัตราการไหลแบบราบเรียบ ค่าตัวประกอบเสียดทานของช่องขนานทุกประเภทจะมีค่าค่อนข้างสูงและลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งค่าตัวเลขเรย์โนลด์มีค่าประมาณ 2,300 หลังจากนั้นค่า f จะมีค่าลดลงเล็กน้อยจนเกือบคงที่ตามตัวเลขเรย์โนลด์ที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้น
3. การจัดวางรูปแบบครีบแบบแนวครีบตรงจะทำให้เกิดการไหลที่มีความปั่นป่วนมากกว่าแบบครีบเยื้องนั่นคือ จะได้ค่า Nu และ f ที่สูงขึ้น ยกเว้นเมื่อสัดส่วน e/D เท่ากับ 0.20 การจัดวางแนวแผ่นครีบทั้ง 2 แบบจะให้ค่า Nu และ f ที่ใกล้เคียงกัน แต่ลักษณะการจัดวางแบบแนวครีบตรงและแนวครีบเยื้องจะไม่มีผลต่อค่า Nu สำหรับช่องขนานที่มีครีบและร่องตรง โดยเมื่อลักษณะการไหลที่มีการปั่นป่วนมีความปั่นป่วนมากขึ้น อัตราส่วน $Nu./Nu_o$ ของช่องขนานมีครีบทุกชนิดจะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ส่วนอัตราส่วน f/f_o จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
4. ที่สัดส่วน e/D เท่ากับ 0.33 จะให้ค่า Nu และ f สูงกว่าสัดส่วน e/D เท่ากับ 0.20 หากเปรียบเทียบที่สัดส่วน e/D เท่ากันช่องขนานที่มีครีบตรง จะให้ค่า Nu สูงที่สุดและค่า f ต่ำ

ที่สุด ส่วนช่องขนานที่มีครีบรูปตัววีจะให้ค่า *Nu* ต่ำที่สุดและค่า f สูงที่สุด เมื่อเทียบกับช่องขนานที่มีครีบประเภทอื่น

5. ค่าประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนที่คิดที่กำลังขับเคลื่อนเท่ากันของช่องขนานทุกประเภทจะมีค่าสูงสุดที่ค่า *Re* เท่ากับ 2,000 หลังจากนั้นค่า η จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อการไหลมีความปั่นป่วนมากยิ่งขึ้น โดยค่า η สูงสุดจะเกิดขึ้นกับช่องขนานที่มีครีบตรง ที่จัดวางแบบแนวครีบเยื้อง และสัดส่วน *e/D* เท่ากับ 0.20 โดยมีค่าเท่ากับ 2.21 แต่เมื่อค่าตัวเลข *Re* มีค่ามากกว่า 10,000 ช่องขนานที่มีครีบและร่องตรง ที่จัดวางแบบแนวครีบเยื้อง และสัดส่วน *e/D* เท่ากับ 0.25 จะมีค่า η สูงกว่าช่องขนานประเภทอื่น ส่วนช่องขนานมีครีบตัววีที่จัดวางแบบแนวครีบตรง และสัดส่วน *e/D* เท่ากับ 0.33 จะให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมต่ำที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.09

7.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนภายในช่องขนานขึ้นอยู่กับรูปแบบการไหลของอากาศภายในแผ่นช่องขนาน ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าการไหลแบบปั่นป่วนสามารถช่วยเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนให้สูงขึ้น แต่การไหลแบบปั่นป่วนก็สร้างการสูญเสียแรงดันหรือแรงดันตกคร่อมให้มีค่ามากขึ้นด้วยเช่นกัน เพราะฉะนั้นการเพิ่มค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของแผ่นช่องขนานดังกล่าว จึงควรเป็นการเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน แต่จะต้องรักษาการสูญเสียเสียความดันหรือค่าตัวประกอบเสียดทานให้มีค่าต่ำด้วยเช่นกัน ฉะนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงตัวแปรอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนประเภทของไหลไหลผ่านช่องขนานต่อไป เช่น

1. ทำการศึกษารูปแบบครีบประเภทต่างๆ เช่นครีบรูปสามเหลี่ยม , ครีบรูปครึ่งวงกลม หรือครีบรูปทรงอื่นๆ ซึงอาจมีผลต่อประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนภายในแผ่นช่องขนาน
2. ทำการศึกษาปัจจัยตัวแปรของระยะพิตของแผ่นครีบ ภายในแผ่นช่องขนาน
3. ทำการศึกษารูปการจัดวางครีบภายในช่องขนาน โดยศึกษารูปแบบการจัดวางแบบอื่นๆ เช่น การวางครีบเอียงทำมุมต่างๆ , ครีบรูปตัววีที่มุมแตกต่างกัน , การจัดแบ่งครีบออกเป็นส่วนๆ เป็นต้น
4. ทำการศึกษาช่องขนานที่มีครีบเพียงด้านเดียว เปรียบเทียบกับช่องขนานที่มีครีบสองด้านตามที่ได้ทดลองในปัจจุบัน เพื่อประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์โซลาร์ฮีตเตอร์
5. ทำการศึกษาในอัตราการไหลที่มีการปั่นป่วนมากยิ่งขึ้นหรือในช่วงตัวเลขเรย์โนลด์มีค่าสูงกว่า 20,000
6. ทำการจัดรูปแบบการไหลของอากาศภายในแผ่นช่องขนานให้เป็นลักษณะหมุนควงในลักษณะต่างๆ

7. ทำการศึกษาพฤติกรรมการพัฒนาการถ่ายเทความร้อนภายในแผ่นช่องขนาน
8. ทำการศึกษาการถ่ายเทความร้อนประเภทอุณหภูมิผิวคงที่ (Constant Temperature Surface) เปรียบเทียบกับการทดลองในปัจจุบัน
9. สำหรับการศึกษาในช่วงการไหลแบบราบเรียบจำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความแม่นยำค่อนข้างสูง เนื่องจากค่าที่ทำการตรวจวัด เช่น ค่าความดันตกคร่อม อุณหภูมิผิว ความเร็วอากาศที่ไหลผ่าน เป็นต้น จะมีค่าค่อนข้างต่ำซึ่งความคาดเคลื่อนที่วัดได้หากมีความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยจะส่งผลถึงการคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพค่อนข้างมาก